

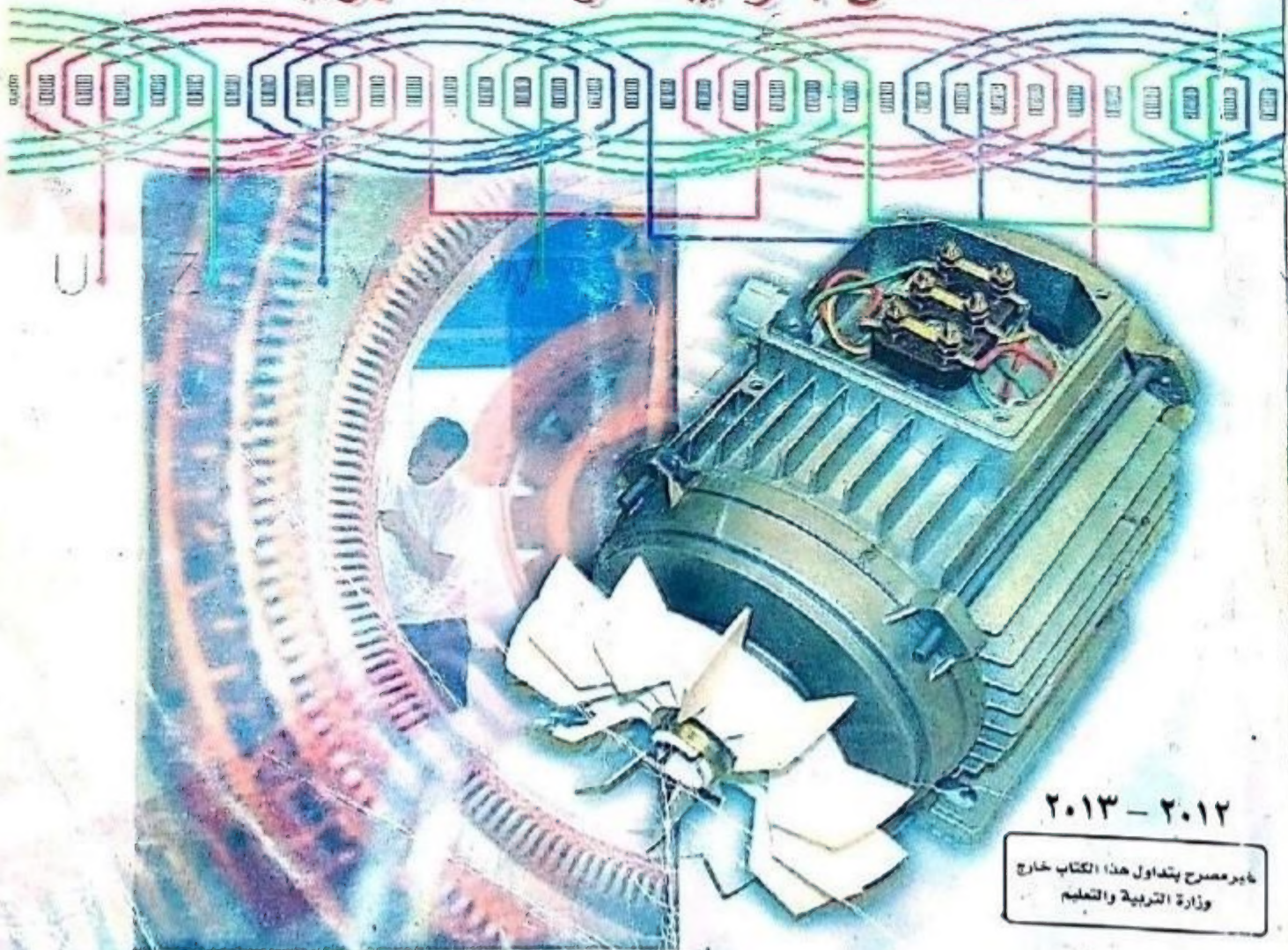


جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

آلات كهربية ووقائية

الصف الثالث

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
تخصص: تركيبات ومعدات كهربية



٢٠١٢ - ٢٠١٣

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج
وزارة التربية والتعليم



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

آلات كهربائية ووقائية

الصف الثالث

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
تخصص : تركيبات ومعدات كهربائية

تأليف

أ / كرم صادق عبدالعزيز
موجه عام كهرباء عملى - المنوفية

مهندس / محمد إبراهيم محمد صالح
موجه عام كهرباء علمى (سابقاً)
الإدارة العامة للتعليم الصناعى

مراجعة

الأستاذ الدكتور / عبلة سليمان عطية
أستاذ بكلية الهندسة - جامعة عين شمس

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج
وزارة التربية والتعليم

تقديم الكتاب

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله
أما بعد

يسرنا أن نقدم لابنائنا طلبة الصف الثالث تخصص تركيبات ومعدات كهربية كتاب " آلات كهربية ووقاية " وقد راعينا فيه أهداف المنهج المطور متناولين أبوابه بأسلوب تربوي سهل ومدعم بالأشكال التوضيحية مع مراعاة البعد عن الحشو والتعقيد ولذلك فهو كتاب حقق أهداف المنهج وذلك في ثلاثة أجزاء ، الأول خاص بتكنولوجيا آلات كهربية ووقاية ، والجزء الثاني خاص بتجارب المعمل مع تصوير كل أجزاء معمل الكهرباء الموجود في مدارس التعليم الصناعي نظام السنوات الثلاث للتعرف الدقيق على مكونات المعمل ، والجزء الثالث خاص بالتدريبات العملية .
كما أوردنا عقب كل باب مجموعة من الأسئلة يمكن للطالب بالإجابة عليها إستيعاب المعلومات الواردة بالكتاب .
ولقد اختتم الكتاب بقائمة المراجع العلمية التي تم الاستعانة بها وإننا إذ نحمد الله على توفيقه لنا في اعداد هذا الكتاب بهذه الصورة نرجو أن ينال هذا المجهود المتواضع القبول لدى أبنائنا الطلاب وأن يجد فيه زملاؤنا الأساتذة خير معين على أداء رسالتهم

راجين الله أن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن والأمة العربية

المؤلفان

المنهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

الصف : الثالث

تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

المادة : آلات كهربية ووقاية عدد الحصص : (2) حصتان أسبوعياً

الصفحة	المولّدات التزامنية (التوافقية)	الباب الأول :
13	مقدمة	1-1
14	أنواع مولّدات التيار المتردد	2-1
14	تركيب المولّدات التزامنية للتيار المتردد	3-1
21	تغذية أقطاب مولّدات التيار التزامنية	4-1
22	طرق تغذية أقطاب مولّدات التيار التزامنية (تغذية خارجية – نفسية – مركبة – بدون فرش)	1-4-1
25	توزيع الموصلات في المجارى تحت الأقطاب	5-1
28	العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب	6-1
30	معادلة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الموصل	7-1
33	العوامل المؤثرة في قيمة جهد المولد التزامني	1-7-1
35	تنظيم الجهد في المولّدات التزامنية	8-1
39	خواص مولّدات التيار التزامنية (رد فعل عضو الاستنتاج – حالة اللاحمل – حالة التحميل – حالة القصر)	9-1
43	المفاهيم في الآلات التزامنية (مولّدات – محركات) وتأثيرها	10-1
44	التهوية في المولّدات	11-1
44	تشغيل المولّدات على التوازي وشروط ذلك	12-1
51	حماية المولّدات (الحماية التفاضلية – الحماية ضد زيادة الحمل – الحماية ضد انعكاس القدرة)	13-1
54	أسئلة متنوعة على المولّدات التوافقية	14-1

الصفحة	المحركات التزامنية (التوافقية)	الباب الثاني :
61	مقدمة	1-2
61	تركيب المحرك التوافقي	2-2
61	نظرية عمل المحرك التوافقي	3-2
62	بدء حركة المحرك التوافقي (بواسطة مساعد خارجي)	4-2
64	خواص المحرك التوافقي – استعمالات المحرك التوافقي	5-2
66	مزايا وعيوب المحرك التوافقي – عكس حركة المحرك التوافقي	6-2
67	المحرك التوافقي كمحسن لمعامل القدرة	X-2
68	أسئلة للمراجعة	

الباب الثالث : المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه

71	مقدمة	1-3
71	تركيب المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بنوعيه	2-3
75	المجال المغناطيسي الدائر - كيفية إحداث الحركة الميكانيكية	3-3
79	الانزلاق - تأثير الانزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر	4-3
84	طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	5-3
90	طرق التحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	6-3
91	عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	7-3
92	حماية المحرك الاستنتاجي ثلاثية الأوجه ضد (زيادة التيار - انخفاض الجهد - ارتفاع الجهد - تتابع الأوجه)	8-3
97	أسئلة على المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	9-3

الباب الرابع : المحركات الاستنتاجية الخطية

101	مقدمة	1-4
102	تركيب المحرك الخطي	2-4
103	أنواع المحركات الخطية	3-4
104	نظرية العمل على سرعة المحرك الخطي التوافقي	4-4
106	تطبيقات على المحركات الخطية (الظلمات الكهرومغناطيسية - المونوريل (المحرك الخطي المعلق))	5-4
109	أسئلة على المحرك الاستنتاجي الخطي	6-4

الباب الخامس : محركات الوجه الواحد

113	المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد (تركيب وخواص كل منها - عكس حركتها)	1-5
117	أ - محرك استنتاجي ذو وجه واحد مشطور	
118	ب - محرك استنتاجي ذو مكثف بدء - مكثف بدء ومكثف تشغيل	
120	ج - مميزات وعيوب المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد	
121	د - محرك استنتاجي ذو قطب مظلّل	
124	أسئلة على المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه	2-5
127	المحركات ذات عضو التوحيد : التركيب - نظرية التشغيل - عكس الحركة - مزايا وعيوب كل من المحركات التالية:	3-5
128	أ - محرك التوالى	
132	ب - المحرك التنافري (المحرك التنافري البدء استنتاجي الحركة - المحرك التنافري الاستنتاجي)	
136	ج - المحرك العام	
136	أسئلة على المحرك ذات عضو التوحيد	4-5

المنهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

الصف : الثالث

تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

المادة : معمل آلات كهربية ووقاية

عدد الحصص : (1) حصة واحدة أسبوعياً

الصفحة

التجربة الأولى : اختبار مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه في حالة اللاحمل 157

التجربة الثانية : اختبار مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه في حالة التحميل (حمل مادي - حمل حثي) 161

التجربة الثالثة : ادخال مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه مع الشبكة بالتوازي باستخدام (المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب) 164

التجربة الرابعة : اختبار المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه لإيجاد العلاقة بين: (العزم - السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم - تيار الحمل) 169

التجربة الخامسة : اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي قفص سنجاب بعدة طرق... 172

التجربة السادسة : اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي عضو دائر ملفوف 176

التجربة السابعة : عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه 178

التجربة الثامنة : تحويل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه إلى محرك وجه واحد 180

التجربة التاسعة : اختبار المحرك العام 182

التجربة العاشرة : التحكم في سرعة محرك تيار مستمر باستخدام الثايرستور 185

أسئلة للمناقشة على التجارب العملية 187

المنهج الدراسي للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

الصف : الثالث

المادة : (تدريبات عملية) آلات كهربية ووقاية عدد الحصص : (3) ثلاثة حصص أسبوعياً

الصفحة

الباب الأول: محركات الثلاثة أوجه

- 1- التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية:
المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابي 196
المحرك ذو العضو الدائر الملفوف 196
- 2- التدريب على توصيل الملفات بطريقتي النجمة والدلتا 201
- 3- التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة الأوجه وعمل الصيانة اللازمة لها 202
- 4- التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الثلاثة الأوجه وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف 205

الباب الثاني : محركات الوجه الواحد

- 1- التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد (المحرك ذو الوجه المشطور- المحرك ذو المكثف- المحرك ذو القطب المظلل - المحرك العام) 223
- 2- التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف 228

الباب الثالث : معدات التحكم والوقاية في دوائر محركات التيار المتغير

تنفيذ تمارين الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية في توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية في دوائر المحركات الكهربائية وجه واحد وثلاثة أوجه :

- 1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف 243
عكس حركة 244
النجمة / دلتا 245
سرعتين) 246
- 2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) 247
(الأوفرلود) 251
المؤقت الزمني (التايمر) 254
الضاغط اللحظي (بوش بوتن) 253
- (دائرة تشغيل لحظي - التشغيل المتواصل - تشغيل وإيقاف من عدة أماكن - عكس اتجاه الدوران - دوائر تشغيل المحركات ذات السرعتين المتناصفتين (دلاندر) وغير المتناصفتين بالإيعاقة المتبادلة - بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع توصيل الأوفرلود مع جميع الدوائر - توصيل لمبات إشارة مع دوائر التحكم لبيان حالات التشغيل المختلفة 261

الباب الرابع : صيانة الأجهزة المنزلية والتدريب عليها عن طريق المحاكاة

277	1- الأجهزة المنزلية (السخان
280	الدفاية
282	الخلاط الكهربى
284	مضرب الخفق
286	المراوح الكهربائية
290	الغسالة الكهربائية)
284	قائمة المراجع

المولدات التزامنية (التوافقية)

يحتوى هذا الباب على :

1-1	مقدمة
2-1	أنواع مولدات التيار المتردد
3-1	تركيب المولدات المتزامنة للتيار المتردد
4-1	تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة
1-4-1	طرق تغذية أقطاب مولدات التيار المتزامنة (تغذية خارجية - نفسية - مركبة - بدون فرش)
5-1	توزيع الموصلات في المجارى تحت الأقطاب
6-1	العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب
7-1	معادلة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الموصل
1-7-1	العوامل المؤثرة في قيمة جهد المولد التزامنى
8-1	تنظيم الجهد في المولدات المتزامنة
9-1	خواص مولدات التيار المتزامنة (رد فعل عضو الاستنتاج - حالة اللاحمل - حالة التحميل - حالة القصر)
10-1	المفاقيد في الآلات المتزامنة (مولدات - محركات) وتأثيرها
11-1	التهوية في المولدات
12-1	تشغيل المولدات على التوازي وشروط ذلك
13-1	حماية المولدات (الحماية التفاضلية - الحماية ضد زيادة الحمل - الحماية ضد انعكاس القدرة)
14-1	أسئلة متنوعة على المولدات التوافقية

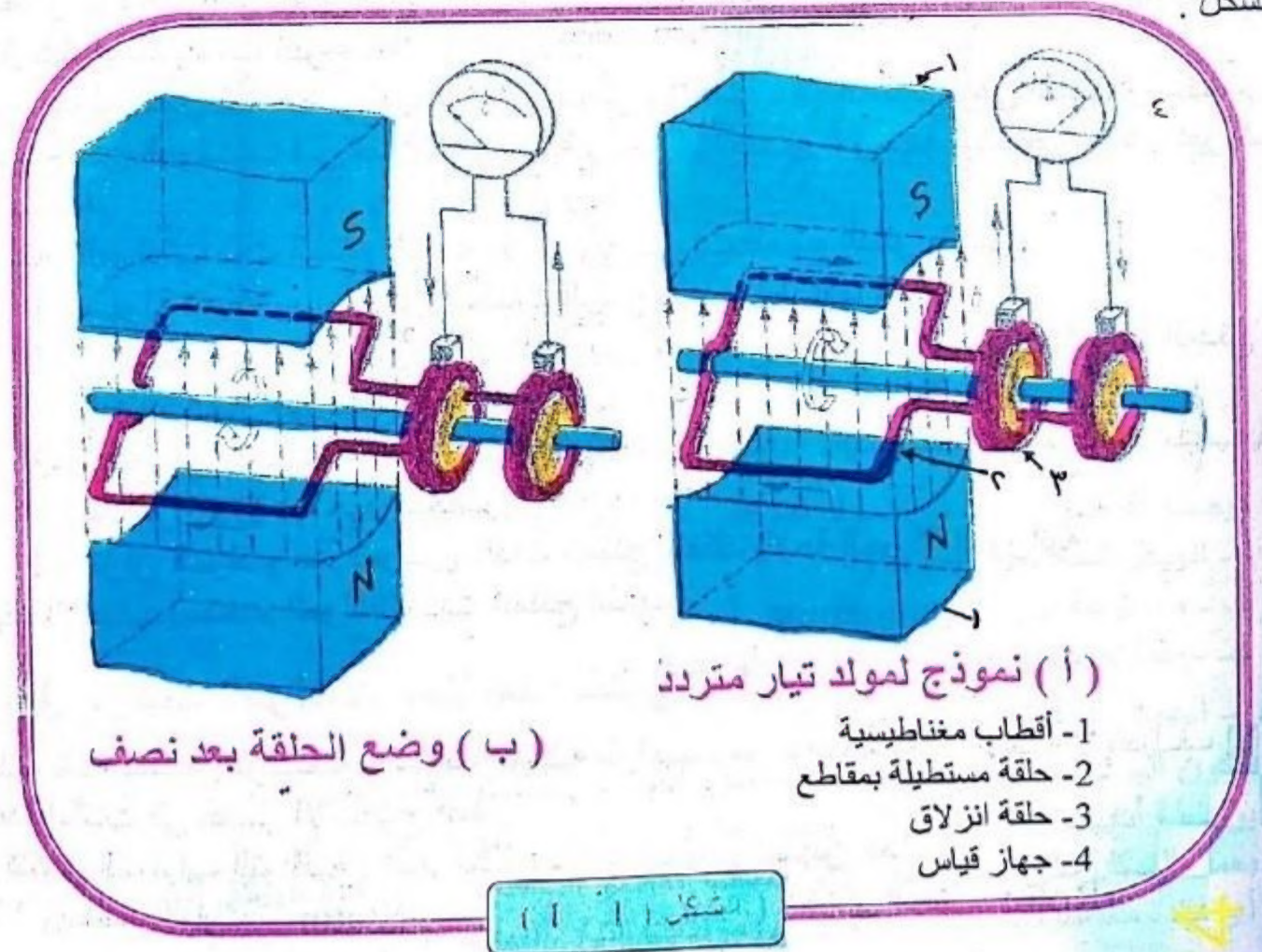
1-1 مقدمة :

يعتبر مولد التيار المتزامن Alternator or Synchronous Generator من أشهر مولدات التيار المتردد - والمولد الكهربى عموماً هو آلة لتحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) إلى طاقة كهربائية ويعتمد فى نظرية عمله على الحقيقة التى تقول :

إذا تحرك موصل فى مجال مغناطيسى فإنه يتولد فى هذا الموصل قوة دافعة كهربية (ق.د.ك) Electromotive Force (e.m.f) تتوقف قيمتها على طول الموصل وشدة المجال المغناطيسى (كثافة الفيض B Flux Density) وسرعة حركة الموصل واتجاه الحركة ، حيث تكون قيمة القوة الدافعة الكهربائية أكبر ما يمكن إذا كان اتجاه الحركة عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسى .

وتحدث نفس النتيجة سواء كان الموصل هو المتحرك والمجال ثابت أو الموصل ثابت والمجال هو المتحرك .

فإذا قطع موصل مجال مغناطيسى فإنه يتولد به قوة دافعة كهربية مستنتجة وهذه القوة الدافعة الكهربائية تسبب مرور تيار إذا أغلقت دائرة الموصل عن طريق الحمل ويوضح شكل (1-1 أ ، ب) تركيب مبسط لمولد تيار متردد يتكون من ملف متحرك من النحاس ذو لفة واحدة مستطيلة الشكل .



- وتحصل هذه المولدات على الطاقة المحركة اللازمة لإدارتها من عدة مصادر نذكر منها :
- أ - طاقة الوضع عن طريق مساقط المياه
 - ب - الطاقة الحرارية عن طريق حرق بعض أنواع الوقود مثل الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي .
 - ج - الطاقة النووية
 - د - طاقة الرياح
- تستعمل المولدات التزامنية (أحيانا تسمى التوافقية) الضخمة ذات الثلاثة أوجه فى محطات توليد القدرة الكهربائية لتوليد التيار المتغير بجهود تتراوح بين 500 فولت حتى 25 كيلو فولت وقدرة مقننة تصل إلى 750 ميجا فولت أمبير .

1-2 أنواع مولدات التيار المترامنة :

- تنقسم مولدات التيار المتردد التزامنية من حيث عضو الاستنتاج إلى :
- أ - مولد يكون فيه عضو الاستنتاج (المنتج) ثابت والأقطاب هى العضو الدائر وتمتاز هذه المولدات بقدراتها الكهربائية الكبيرة (قد تصل إلى 1000 ميجاوات وجهد يصل إلى 33 كيلو فولت) وهذا النوع شائع الاستعمال .
 - ب - مولد يكون فيه عضو الاستنتاج هو الدائر والأقطاب المغناطيسية هى الثابت ويستخدم هذا النوع من المولدات فى حالات خاصة وبقدرات صغيرة وجهد منخفض وهو غير شائع الاستخدام .
- وتمتاز المولدات ذات المنتج الثابت عن المولدات ذات المنتج الدائر بالآتى :
- 1- سهولة تثبيت وربط وعزل ملفات المنتج وعزل أطرافها جيداً
 - 2- سهولة الحصول على التيار الكهربى المنتج بجهود عالية من أطراف المنتج إلى الدائرة الخارجية مباشرة
 - 3- توفير فى حجم حلقات الانزلاق وسهولة عزلها جيداً حيث تستخدم لتغذية الأقطاب بتيار مستمر D.C ذو جهد منخفض .
 - 4- إتران المولد وعدم تعرض ملفات المنتج للتفكك نتيجة الحركة الدورانية لهذه الأسباب نستخدم المولدات ذات المنتج الثابت .

1-3 تركيب المولدات التزامنية للتيار المتردد :

- ملحوظة هامة : تركيب مولدات الوجه الواحد ومولدات الثلاث أوجه لا يختلف إلا فى عدد الملفات فى عضو الاستنتاج فقط .
- وتتكون المولدات التوافقية (المترامنة) من عضوين رئيسيين هما :
- (أ) العضو الثابت Stator (ب) العضو الدائر Rotor

ونظراً لكبر مقادير القدرات المقننة التي تنتجها هذه المولدات فإنها تتطلب نظاماً خاصاً في التركيب والتصميم بحيث يكون العضو الذي يتولد فيه التيار المتردد ثابتاً لا يدور بينما تكون الأقطاب هي التي تدور - كما يجب أن تكون المواد الداخلة في صناعة المولدات التزامنية ذات جودة عالية سواء كانت مواد موصلة أو مواد عازلة أو مواد مغناطيسية .

(أ) العضو الثابت Stator

العضو الثابت في المولد التزامن يحمل الملفات التي يتولد فيها التيار المتردد ويوضح شكل (1 - 2) رسماً توضيحياً للعضو الثابت لأحد المولدات التوافقية

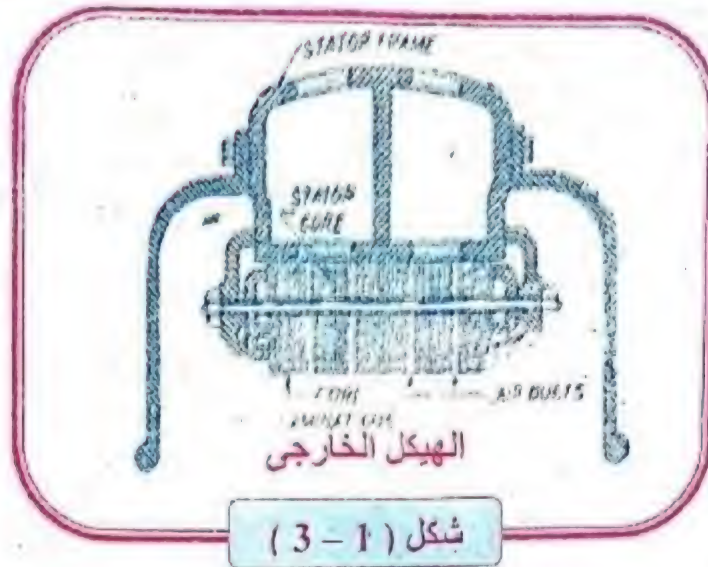


ويصنع العضو الثابت في المولد التوافقي من ثلاثة أجزاء رئيسية هي :

- أ - الهيكل الخارجى Frame
- ب - مجموعة الرقائق Laminations
- ج - ملفات المنتج Armature Windings

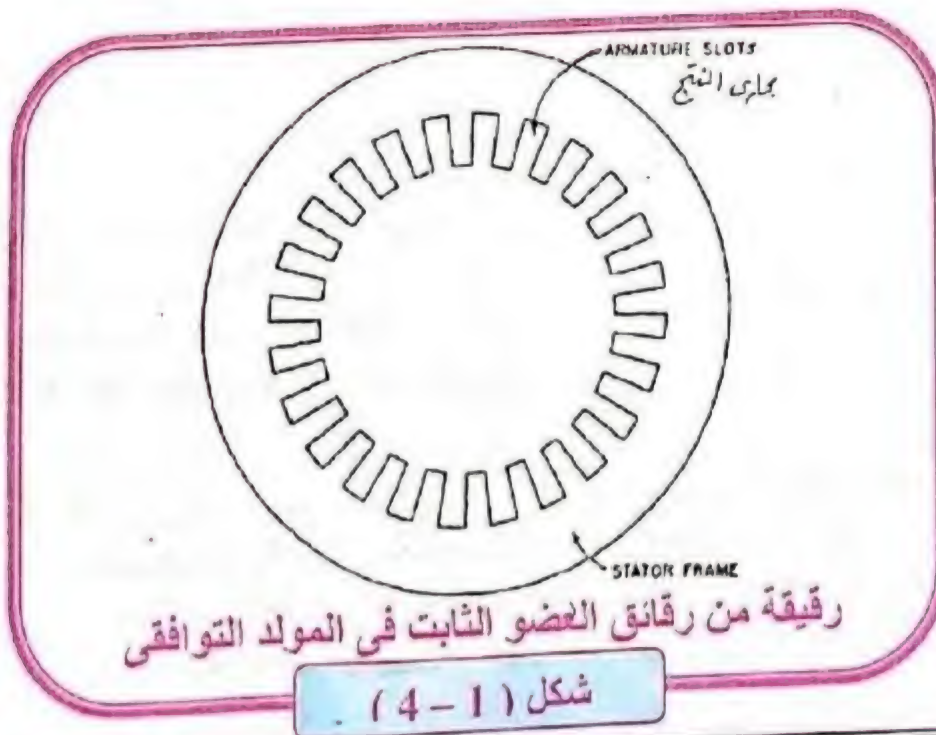
أ - الهيكل الخارجى Frame :

يتكون الهيكل الخارجى من مجموعة من الحلقات المصنوعة من الصلب ومتصلة مع بعضها بواسطة أنابيب وقضبان طولية وبها مجارى وفتحات للتهوية شكل (1 - 3) . يعمل الهيكل على حمل صفائح أو حلقات العضو الثابت داخله ، هذا الهيكل الخارجى ليس له أى فائدة مغناطيسية كما هو الحال فى مولدات التيار المستمر



ب - مجموعة الرقائق Laminations

مجموعة الرقائق تكون قلب المنتج وتصنع هذه الرقائق من الصلب السليكونى Silicon Steel وت عزل عن بعضها باستخدام الورق أو الورنيش لمقاومة التيارات الإعصارية ، ويتراوح سمك الصفائح الواحدة (الرقيقة الواحدة) من 0.35 ملليمتر إلى حوالى 0.5 ملليمتر ، تضغط الرقائق مع بعضها جيداً بمسامير البرشام ويرش عليها طبقة من الورنيش العازل لتكون القلب الحديدى لقلب المنتج ، ثم تشحط داخل الهيكل الخارجى وتثبت فيه جيداً بطريقة تمنع الاهتزازات الميكانيكية ، وتمنع كذلك تأثير القوة الطاردة المركزية عليها . وفى المولدات الكبيرة تصنع هذه الرقائق من عدة قطع ثم تجمع مع بعضها لتأخذ شكلاً دائرياً كما هو موضح فى شكل (1 - 4) .



ج - ملفات المنتج Armature Windings

تصنع ملفات المنتج من أجود أنواع النحاس وقد توصل مع بعضها لتكون دائرة ذات طرفين إذا كان المولد ذا وجه واحد (Single Phase) أو توصل في ثلاث مجموعات ذات ستة أطراف قد توصل نجمة أو دلتا إذا كان المولد ثلاثي الأوجه (Three Phase) توضع الملفات في مجارى (Slots) العضو الثابت ، وتوزع على محيط الآلة كما تعزل عن بعضها وكذلك تكون معزولة عن القلب الحديدي بمادة عازلة ، تعتمد المادة العازلة المستخدمة على قيمة الجهد المتولد من المولد التوافقي وكذلك على أقصى درجة حرارة ممكن أن تصل إليها الملفات .

تصنع الملفات إما من طبقة واحدة (Single Layer) أو من طبقتين (Double Layer) في المجرى الواحدة على المحيط الداخلى للعضو الثابت ، وتعزل عن بعضها باستخدام الميكانيك وتُشبع بالبيتومين المضغوط .

توصل ملفات العضو الثابت بعد إتمام عملية اللف إما على شكل نجمة (Star Y) وإما على شكل دلتا (Delta Δ) وعموماً تفضل توصيلة النجمة للمولدات التوافقية للأسباب الآتية :

أ - فى حالة توصيلة النجمة تكون قيمة جهد الوجه Phase Voltage مساوية لقيمة جهد الخط Line Voltage مقسومة على $(\sqrt{3})$ أى أن قيمة جهد الوجه تساوى 0.577 من قيمة جهد الخط وبالتالي تقل عدد الملفات فى حالة توصيلة النجمة بمقدار 0.577 عنها فى حالة توصيلة الدلتا .

ب- تقل أيضا كمية المادة العازلة المستخدمة فى حالة توصيلة النجمة وبالتالي تقل كذلك تكاليف العزل

ج - فى حالة توصيلة النجمة تنعدم التوافقيات الثالثة ومضاعفاتها وبالتالي يتحسن شكل موجتى الجهد والتيار .

د - تعمل توصيلة النجمة للمولد التوافقي على إتاحة الفرصة لتوصيل سلك رابع من نقطة النجمة يسمى خط التعادل (الحياذ) ويعتبر خط التعادل ميزة كبيرة لتوزيع القدرة الكهربائية على أربعة أسلاك فى بعض الأحمال مثل الإنارة .

مما سبق يمكن استخلاص الخصائص الآتية لملفات المولدات التوافقية :

- 1- فى حالة الملفات الثلاثية الأوجه تكون بينها إزاحة وجه مقدارها 120 درجة .
- 2- توصيل الملفات الثلاثية الأوجه يكون غالبا على شكل نجمة Y
- 3- ممكن أن توضع الملفات من طبقة واحدة - ولكن وضع الملفات طبقتين بالمجرى هو الأكثر استخداما .

(ب) العضو الدائر Rotor

يمثل العضو الدوار فى المولدات المتزامنة - عضو التوليد - حيث يتم فيه توليد الفيض المغناطيسى (Magnetic Flux) والدوران به أمام موصلات العضو الثابت ، يختلف تصميم هذا العضو باختلاف نوع الآلة المحركة وسرعتها كما يختلف عدد الأقطاب المغناطيسية المركبة عليه طبقاً لإختلاف تردد التيار المطلوب وسرعة دوران العضو الدوار ، تتم تغذية ملفات الأقطاب المغناطيسية (Field Winding) من منبع للتيار المستمر لتوليد خطوط قوى مغناطيسية (فيض مغناطيسى) ثابتة القيمة ، يمكن تقسيم أنواع العضو الدائر فى مولدات التيار المتغير إلى النوعين التاليين :

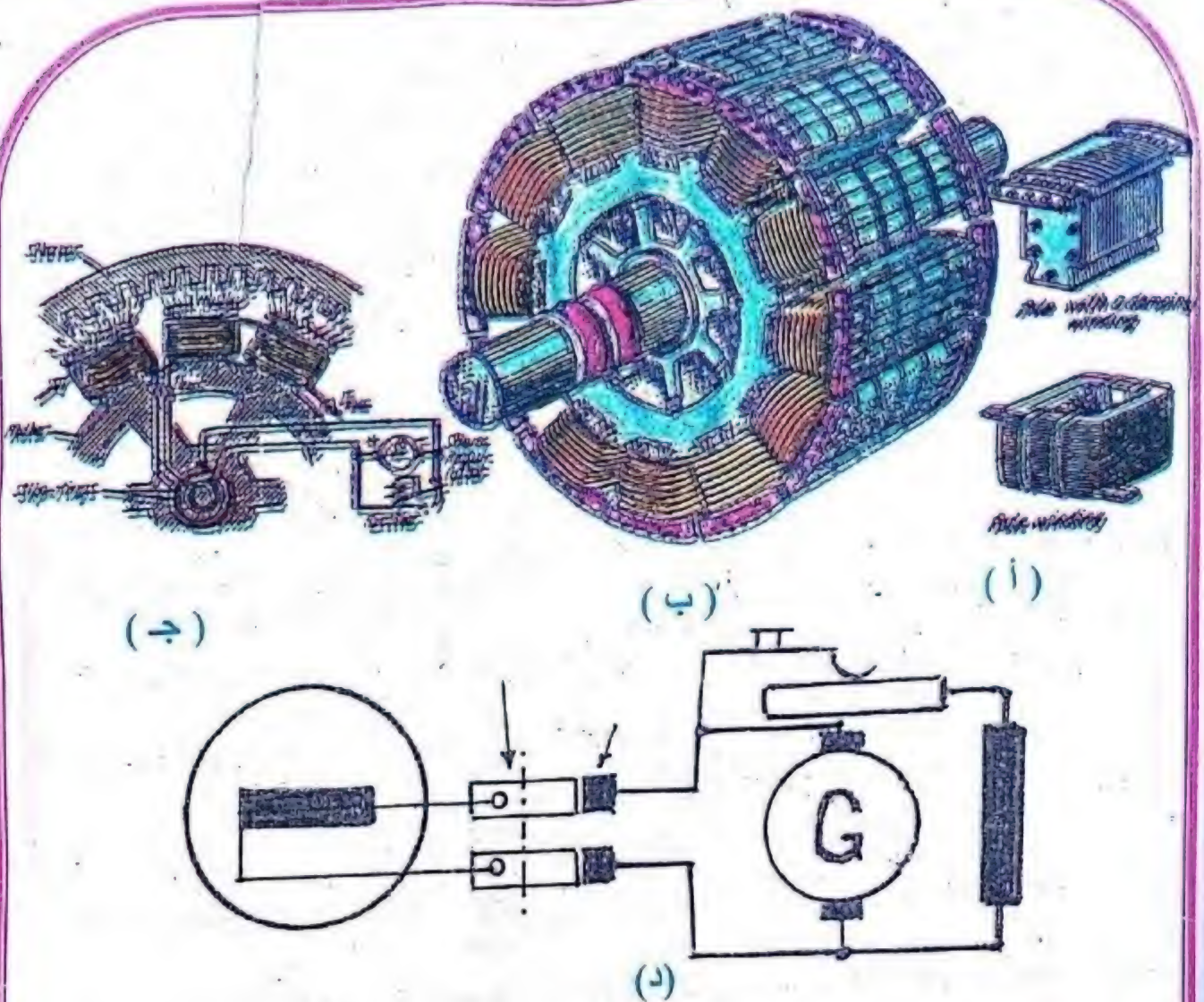
- أ - العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة
- ب - العضو الدائر الأسطوانى (ذو الأقطاب الغاطسة)

أولاً : العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة :

وهو عبارة عن طارة كبيرة تبرز منها الأقطاب المغناطيسية التى قد يصل عددها إلى ثمانين قطباً موزعة على محيطها الخارجى كما هو موضح فى شكل (1-5) . لا يصلح هذا النوع إلا فى السرعات المتوسطة والبطيئة والتى تتراوح من 80 لفة فى الدقيقة إلى 600 لفة فى الدقيقة ، يرجع السبب فى عدم استعمال هذا النوع من الأقطاب فى السرعات العالية بسبب مفاقيد الاحتكاك بين الهواء والأقطاب البارزة مما ينتج عنه فقد جزء كبير من القدرة الكهربائية المتولدة ، كذلك فإن دوران الأقطاب البارزة عند السرعات العالية يسبب حدوث صفير مزعج بالإضافة إلى أنه يصعب صنع أقطاب بارزة تكون متينة بدرجة كافية لتقاوم الجهود الميكانيكية الكبيرة التى تنشأ عن السرعات العالية .

تستخدم الأقطاب البارزة فى المولدات المتزامنة التى تدار بالتوربينات المائية ، وقطر العضو الدوار فى هذه الحالة يكون كبيراً إذ قد يصل إلى أربعة أمتار لكى يستوعب على محيطه العدد الكبير من الأقطاب البارزة ، وعمود الإدارة المحورى صغير وقد يكون عمود الإدارة إما أفقياً وإما رأسياً طبقاً لنوع التصميم .

يتم تغذية ملفات الأقطاب بالتيار المستمر عن طريق وضع حلقتى انزلاق (Slip Rings) على عمود الإدارة (Shaft) . تصنع حلقتا الانزلاق من النحاس ويتم عزلهما عن بعضهما وعن عمود الإدارة باستخدام الميكانيكيت .



- (أ) القطب بملفات الإخماد وملف القطب
 (ب) منظور للعضو الدائر ذو الأقطاب البارزة
 (ج) قطاع لجزء من العضو الدائر وعليه الأقطاب وحلقات الانزلاق مع جزء من العضو الثابت
 (د) الدائرة الكهربائية المبسطة لملفات الأقطاب وحلقات الانزلاق والمغذى العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة

شكل (1 - 5)

ثانياً : العضو الدائر الأسطوانى (ذو الأقطاب الغاطسة) :

يصنع من قلب اسطوانى عبارة عن رقائق من الصلب السليكونى بالإضافة إلى محور يثبتان معاً كقطعة واحدة ، ثم تفتح مجارى طولية (Slots) موازية لمحور العضو الدائر وذلك لتكوين قلوب الأقطاب المغناطيسية التى تلف حولها ملفات التغذية ، تحزم ملفات التغذية بسلك رباط يلف حول الجسم الاسطوانى للعضو الدائر وذلك لمنع الملفات من الخروج من المجارى عند السرعات العالية كما هو موضح بشكل (6-1) .



الجزء الدوار فى مولد توافقى رقيقة عضو دائر رقيقة عضو دائر قطبين
4 قطب

العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة

شكل (1 - 6)

يوضع بالمجارى ملفات تتصل مع بعضها فى النهاية لتكون أقطاب شمالية وجنوبية ، وتكون الملفات مرتبة بحيث تجعل كثافة الفيض المغناطيسى أكبر ما يمكن عند خط مركز القطبية .

ملفات الإخماد : Damper Windings

تصنع من قضبان من النحاس وتوضع فى مجارى بأحذية الأقطاب ثم تقصر من الأطراف بقضبان نحاسية مكونه (قفص سنجاب) وفائدة هذه الملفات :

- 1- تلاشى تأثير رد فعل عضو الاستنتاج
- 2- إخماد الاهتزازات التى تؤثر على سرعة التزامن فى المولدات
- 3- تستخدم كعضو دائر قفص سنجاب لبدء حركة المحرك التوافقى فى حالة استخدام الآلة كمحرك

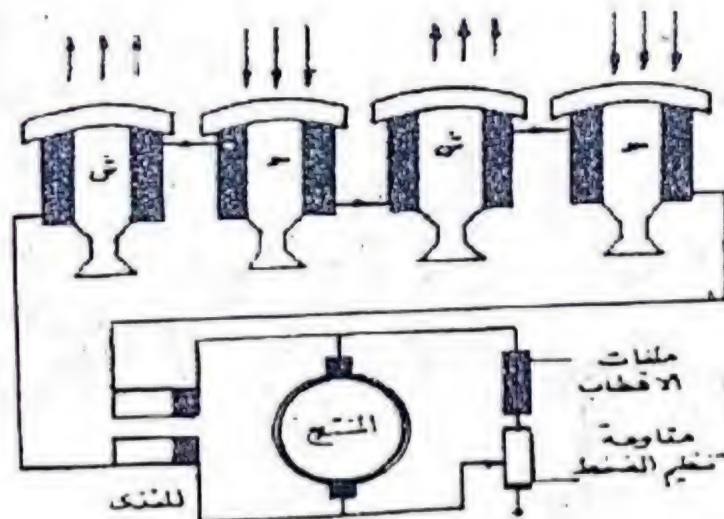
وجداول (1-1) يوضح مقارنة بين المولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة والمولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة .

جدول (1 - 1)

م	مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب بارزة	مولد ذو عضو دائر ذو أقطاب غاطسة
1	يستخدم في مولدات السرعات البطيئة	يستخدم في مولدات السرعات العالية
2	يدار بواسطة تربينات مائية أو آلة ديزل	يدار بواسطة تربينات بخارية
3	تحدث صغير مزعج أثناء الدوران	لا تحدث صغير مزعج أثناء الدوران
4	عدم انتظام الثغرة الهوائية بين العضو الدائر والثابت	انتظام الثغرة الهوائية
5	تهوية غير منتظمة ومعرض لعدم الاتزان الديناميكي	تهوية أفضل ومترن ديناميكي
6	قطره كبير وطوله المحوري قصير	قطره صغير وطوله المحوري كبير

1-4 تغذية أقطاب مولدات التيار المتردد المتزامنة :

يتم تغذية ملفات الأقطاب المغناطيسية بالتيار المستمر بطرق مختلفة بهدف التحكم في قيمة الجهد المطلوب أو المقنن لخرج المولد سواء تحت الحمل أو في حالة التحميل وتوصل ملفات الأقطاب على التوالي بحيث تعطى أقطاب مغناطيسية متعاقبة كما هو موضح بشكل (1-7) .



شكل (1 - 7)

1-4-1 طرق تغذية أقطاب مولدات التيار المتردد المتزامنة :

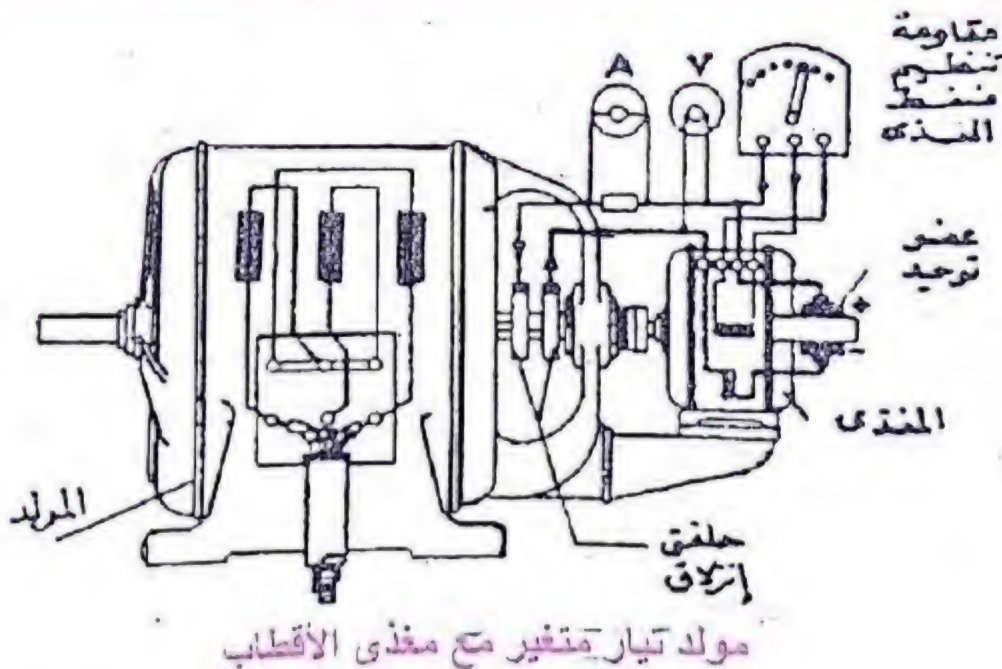
توجد 4 طرق لتغذية الأقطاب هي :

- 1- التغذية الخارجية
- 2- التغذية النفسية
- 3- التغذية المركبة
- 4- التغذية بدون فرش

أولاً : التغذية الخارجية :

أ - في حالة مولدات التيار المتغير الصغيرة تغذى الأقطاب من مصدر خارجي كالبطاريات أو من شبكة تيار مستمر أو مولد تيار مستمر منفصل عن مولد التيار المتردد كما في شكل (1-7) .

ب - في حالة المولدات ذات القدرات الكبيرة يستخدم مولد تيار مستمر كبير يسمى المغذى يربط مع محور دوران المولد الرئيسى المراد تغذية أقطابه (مولد التيار المتردد) أو قد يكون على محور آلة خاصة به ، ويتم تغذية الأقطاب عن طريق فرشتين ترتكزان على حلقتي إنزلاق متصلتين بطرفي ملفات الأقطاب (العضو الدائر) كما في شكل (1-8) .

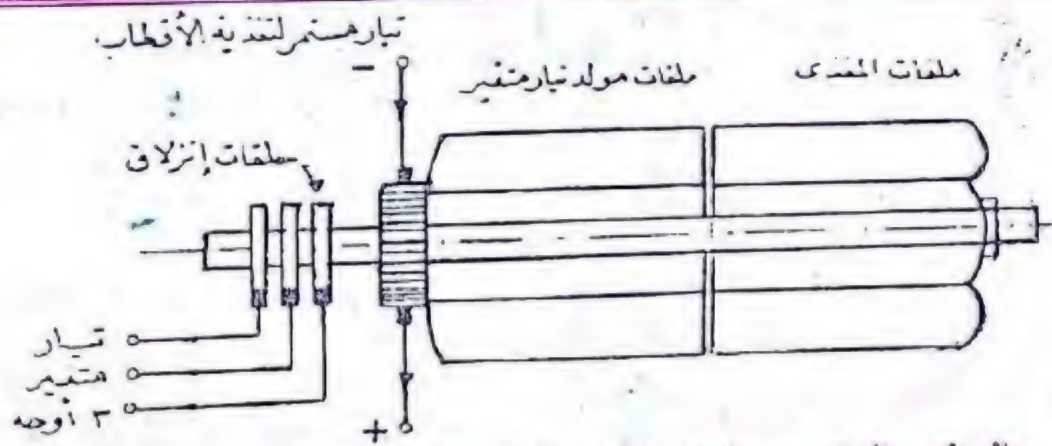


شكل (1 - 8)

ولهذه الطريقة عيوب تحد من استخدامها هي :

- 1- نتيجة لكبر تيار التغذية في المولدات الكبيرة يلزم وجود عدد كبير من الفرش على عضو التوحيد مما يزيد من متاعب صيانتها .
- 2- عجز عضو التوحيد للاستجابة للتغيرات المطلوبة من تيار التغذية طبقاً لتغير الأحمال .
- 3- لا تتحقق فيها صلاحية الأداء لمدة كبيرة من الزمن إذا تم تركيب المغذى على نفس المحور .

ثانياً : التغذية النفسية : (يشترط وجود مغناطيسية متبقية في حديد الأقطاب) يستخدم هذا النوع من التغذية في المولدات ذات القدرات الصغيرة وغالباً ما تكون من النوع ذات المنتج الدائر حيث تكون الأقطاب ثابتة . يتم تركيب ملفين على منتج المولد ، أحدهم ملفات توليد التيار المتردد أما الآخر فهو لتوليد تيار التغذية المستمر حيث يتصل هذا الملف بعضو توحيد مثبت على المحور ويؤخذ التيار المستمر بواسطة الفرش إلى ملفات الأقطاب كما في شكل (9-1)



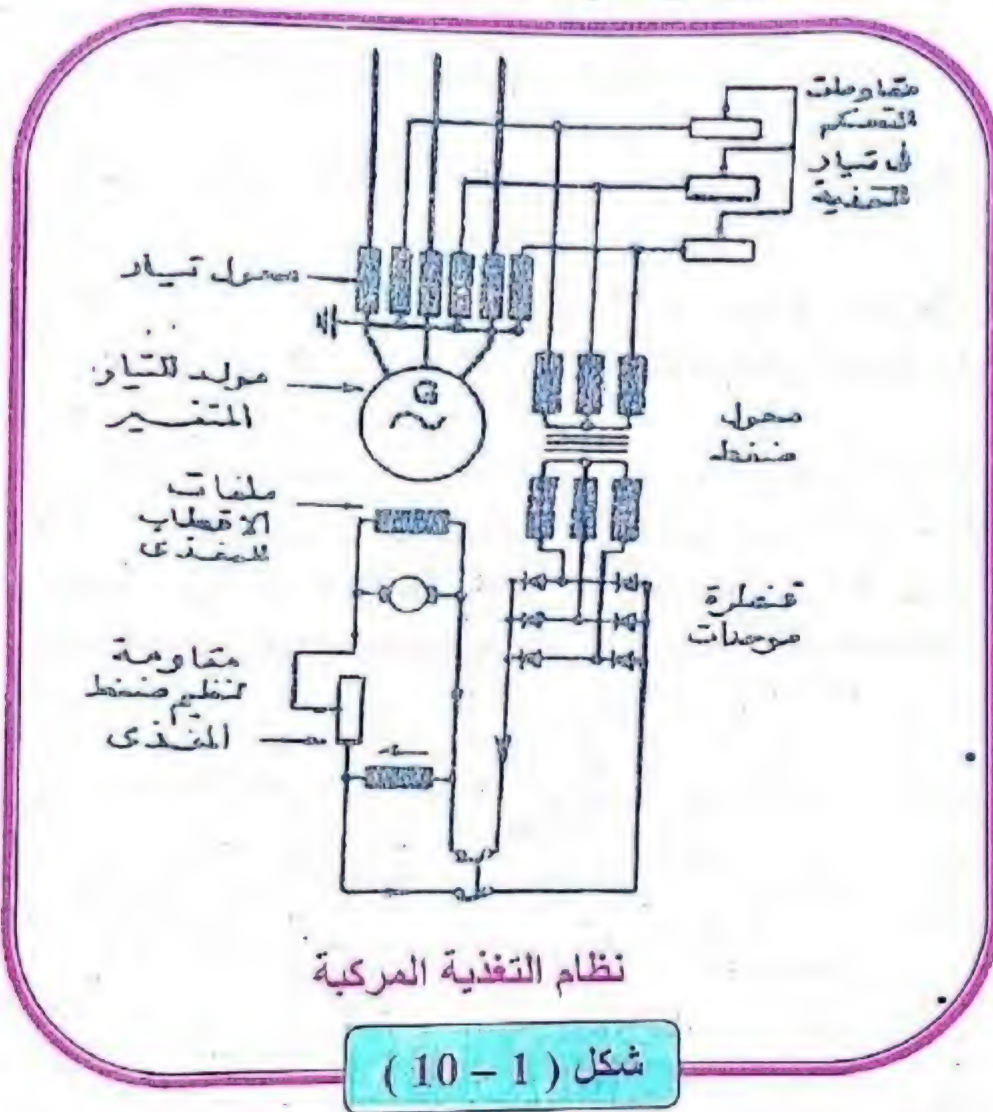
العضو الدائر وعليه ملفين لتوليد التيار المتردد والآخر ملف لتوليد تيار يغذي الأقطاب عن طريق موحد التيار

شكل (9 - 1)

ثالثاً : التغذية المركبة :

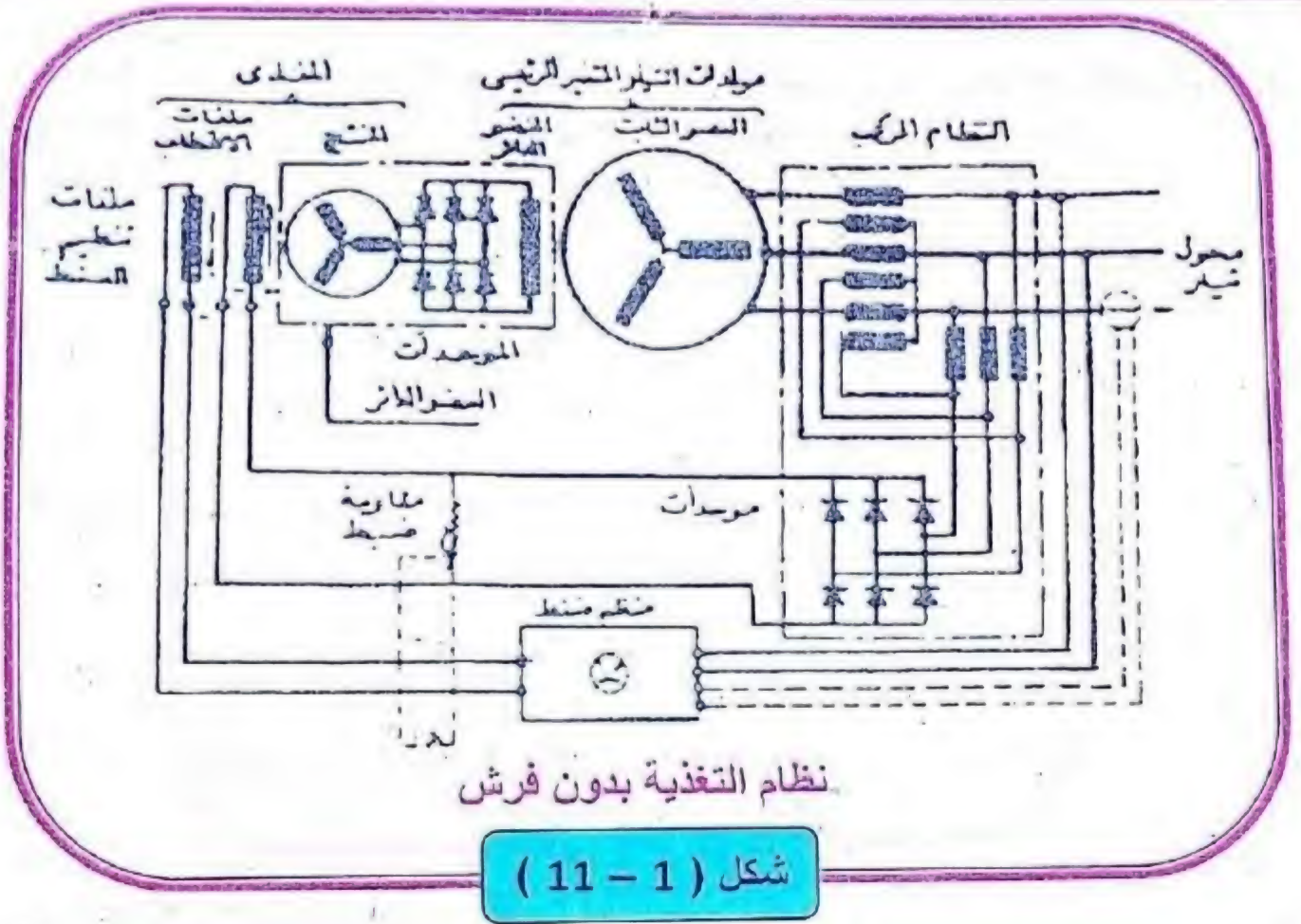
وتجمع هذه الطريقة بين الطريقتين السابقتين حيث تجمع بين مميزات الطريقتين من حساسية التغذية طبقاً لتغيرات الحمل . ويوضح شكل (10-1) دائرة يتم فيها تغذية المولد الرئيسي بواسطة مغذى (مولد تيار مستمر) ويتم التحكم في تيار تغذيته بواسطة قنطرة موحدة والتي تغذي ملفات أقطاب المغذى الذي يزيد خرجه طبقاً لتيار التغذية والذي يتناسب مع أى تغير في الحمل كما

أنه يمكن التحكم في تنظيم جهد المولد الرئيسى (مولد التيار المتردد) عن طريق التحكم في فرق الجهد لمحول الجهد الذى يغذى قنطرة الموحدات بواسطة مقاومات متغيرة .



رابعاً : التغذية بدون فرش :

يوضح شكل (1-11) نظام التغذية بدون فرش حيث أمكن التغلب على عيوب المغذيات ذات عضو التوحيد وذلك بأن يكون المغذى مولد تيار متردد ذو منتج دائر ويتم توحيد خرجة بواسطة قنطرة موحدات دواره مع المنتج ومع أقطاب المولد الرئيسى ، أما أقطاب مولد التغذية فيتم تغذيتها بواسطة قنطرة موحدات أيضاً عن طريق نظام مركب من محولات جهد ومحولات تيار ويتم التحكم في جهد المولد الرئيسى بواسطة منظم الجهد الذى يغذى ملفات التحكم الموجودة مع ملفات أقطاب المغذى ، مع ملاحظة أن هذا المغذى يعتمد أولاً على المغناطيسية المتبقية في أقطابه .



5-1- توزيع الموصلات في المجارى تحت الأقطاب :

قد توضع موصلات كل وجه تحت كل قطب (في مولدات التيار المتردد) في مجرى واحدة ولكن ينتج عن ذلك مشاكل منها :

1 - كبر حجم المجرى وعدد الموصلات بها مما يسبب سخونة الموصلات والعضو المنتج .

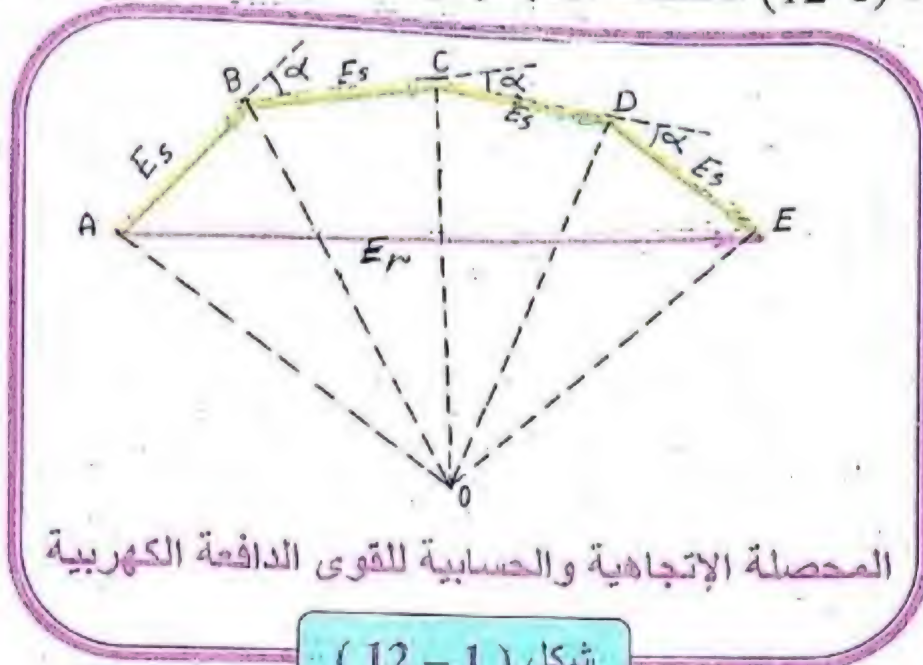
2 - تشويه موجه المجال المغناطيسى مما يسبب تشوه الموجه الجيبية للـ (ق.د.ك) المستنتجة بالمولد .

ولمنع هذه العيوب يفضل توزيع موصلات الوجه تحت كل قطب في أكثر من مجرى حيث يحقق هذا التوزيع المميزات الآتية :

- أ - تحسين شكل الموجه الجيبية للقوة الدافعة الكهربائية المستنتجة بالمولد .
 - ب - سهولة فقد حرارة الملفات بالإشعاع وعدم سخونة عضو الاستنتاج .
- لذلك يلزم معرفة معامل التوزيع (d.f) Distribution Factor اللازم لتحقيق التوزيع المناسب وكذلك معامل الخطوة (P.f) Pitch Factor

معامل التوزيع (d.f) Distribution Factor:

معامل التوزيع هو النسبة بين محصلة المجموع الاتجاهي للقوى الدافعة الكهربائية E_s المتولدة في موصلات الوجه الواحد إلى المجموع الحسابي لهذه القوى E_r . ويوضح شكل (12-1) المحصلة الاتجاهية والحسابية للقوى الدافعة الكهربائية.



شكل (12 - 1)

ومن شكل (12-1) نجد أن :

$$\text{معامل التوزيع } d.f = \frac{\text{المحصلة الاتجاهية للقوى الدافعة الكهربائية}}{\text{المجموع الحسابي للقوى الدافعة الكهربائية}}$$

$$d.f = \frac{\sin \frac{s \alpha}{2}}{s \sin \frac{\alpha}{2}}$$

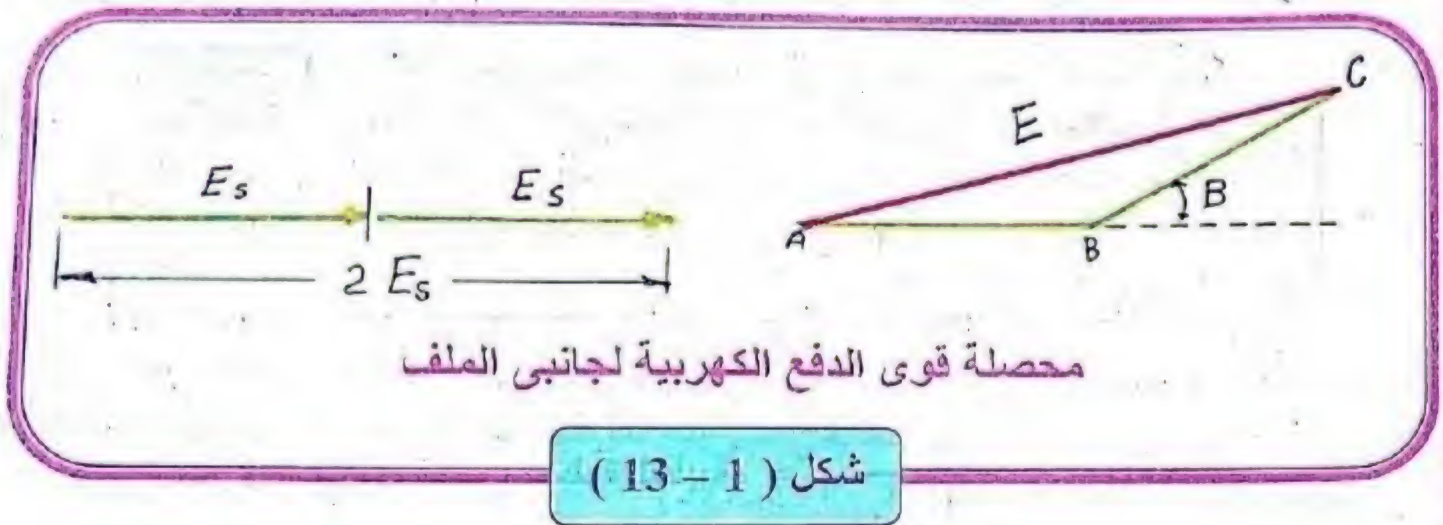
حيث :

S : عدد المجارى Slots تحت كل قطب لكل وجه

α : قيمة الزاوية المركزية بين كل مجرتين

معامل الخطوة (P.f) Pitch Factor:

معامل الخطوة هو النسبة بين محصلة المجموع الاتجاهي للقوى الدافعة الكهربائية لجانبى الملف إلى محصلة المجموع الحسابي لهذه القوى. وبالإستعانة بشكل (13-1) نجد أن :



$$p.f = \frac{2 e.m.f (E_s) \cos \frac{\beta}{2}}{2 e.m.f (E_s)}$$

$$= \cos \left(\frac{\beta}{2} \right)$$

معامل الخطوة

حيث β : هي الفرق بين الزاوية القطبية 180° وزاوية اللف الجديدة

عند اللف بالخطوة القطبية نحصل على شكل موجة جيبيية مشوّهة . كما أن مقدار ثمن الموصلات لا يتناسب مع قيمة القوة الدافعة الكهربائية المستنتجة ، لذلك وجد أنه من المستحسن لف الملفات بخطوة لف أقل من الخطوة القطبية ، ولذلك أيضا فإنه في مولدات التيار المتردد ذات الوجه الواحد يترك ثلث عدد المجارى (Slots) بدون لف توفيراً في ثمن الموصلات وتمتاز طريقة اللف بمعامل خطوة أقل من الخطوة القطبية بالآتى :

- 1- التوفير في ثمن الموصلات
- 2- تحسين شكل الموجه الجيبيية للقوة الدافعة الكهربائية المستنتجة

مثال (1-1)

مولد تيار متردد توافقي ثلاثى الأوجه ، عدد أقطابه 4 قطب وعدد المجارى 24 مجرى ، فإذا كان عدد المجارى بين جانبي كل ملف 4 ، فاحسب معامل التوزيع ومعامل الخطوة لهذا المولد .

الحل

$$\text{عدد المجارى تحت كل قطب (الخطوة القطبية)} = \frac{24}{4} = 6 \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد المجارى تحت كل قطب لكل وجه (S)} = \frac{6}{3} = 2 \text{ مجرى}$$

$$\text{الزاوية بين كل مجرتين (\alpha)} = \frac{180}{6} = 30^\circ$$

$$\text{زاوية اللف (\theta)} = 4 \times 30^\circ = 120^\circ$$

$$\text{فرق زاوية الوجه (\beta)} = \text{الزاوية القطبية} - 180^\circ - \text{زاوية اللف}$$

$$60^\circ = 120^\circ - 180^\circ =$$

معامل التوزيع d.f

$$d.f = \frac{\sin \frac{s \alpha}{2}}{s \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{\sin \frac{2 \times 30}{2}}{2 \sin \frac{30}{2}} = \frac{0.5}{0.5176} = 0.97$$

معامل الخطوة p.f

$$p.f = \cos \left(\frac{\beta}{2} \right) = \cos \frac{60}{2} = \cos 30 = 0.87$$

1-6 العلاقة بين التردد والسرعة وعدد الأقطاب :

فى المولد التوافقي ذى القطبين الأثنين نجد أن موجة الجهد المتولدة تغطى ذبذبة واحدة (one Cycle) خلال دورة واحدة (one revolution) لعمود الإدارة . إذا كان المولد له عدد من الأقطاب يساوى (2P) فإن عدد الذبذبات التى تصنعها موجة الجهد المتولدة فى دورة واحدة لعمود الإدارة يساوى (P) فإذا كانت سرعة المولد هى (N) لفة فى

الدقيقة أى $(\frac{N}{60})$ لفة فى الثانية الواحدة نجد أن تردد موجة الجهد تكون (f) بحيث

$$f = \frac{P \times N}{60} \text{ Hertz} \dots\dots\dots (1-1) \quad \text{يكون :}$$

وحدات التردد هى الهرتز Hertz أو ذبذبة لكل ثانية

لكى يظل التردد ثابتاً فإن سرعة الدوران يجب أن تظل ثابتة أيضاً . ولهذا يدور المولد التوافقي بسرعة ثابتة القيمة تسمى سرعة التوافق أو التزامن (Synchronous Speed) .

التردد القياسى فى جمهورية مصر العربية 50 Hz ، وسرعة التوافق المناظرة لأعداد مختلفة من الأقطاب موضحة فى جدول (2-1) .

جدول (2-1) سرعة التوافق عند تردد (50 Hz) لأعداد مختلفة من الأقطاب

2P pole	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
N r.p.m	3000	1500	1000	750	600	500	428.6	275	333.3	300

مثال (2-1)

ما هو تردد الجهد الذى يولده مولد توافقي به عشرة أقطاب يدور بسرعة مقدارها 3000 لفة / د ؟

الحل

$$2P=10 \quad N=3000 \text{ r.p.m}$$

$$f = \frac{P \times N}{60} = \frac{5 \times 3000}{60} = 250 \text{ Hz}$$

1-7 معادلة القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الموصل :

في المولد التوافقي تدور الأقطاب في حركة دورانية بينما الموصلات التي تتولد فيها القوة الدافعة الكهربائية تكون ثابتة لا تتحرك في المجازى الموجودة في العضو الثابت .
القيمة المتوسطة للجهد المتولد بين طرفي الموصل عندما يعبره قطب واحد هي (e) بحيث يكون :

$$e = \frac{\phi}{t} \dots\dots\dots (1-2)$$

حيث ϕ = الفيض المغناطيسي لكل قطب ووحداته هي الوبر
 t = الزمن الذي يستغرقه القطب الواحد لعبور موصل ، ووحداته هي الثانية

وحيث أن التردد (f) هو عدد الذبذبات (أو الدورات) في الثانية الواحدة .

∴ يكون زمن الذبذبة الواحدة يساوى $(\frac{1}{f})$

من المعلوم أن القطب الواحد (سواء كان قطباً جنوبياً أو شمالياً) يغطي نصف دورة أو ذبذبة أو (نصف ذبذبة) عندما يعبر موصلاً واحداً لأن الدورة يجب أن يغطيها قطب شمالي وقطب جنوبي معاً .

وبالتالى نجد أن (t) فى المعادلة (1-2) يمكن التعويض عنها كما يلى :

$$t = \frac{1}{2f} \dots\dots\dots (1-3)$$

وبذلك تصبح المعادلة (1-2) كما يلى :

$$e = 2\phi f \dots\dots\dots (1-4)$$

إذا كان التغير فى الفيض يتبع موجة جيبية فكذلك يكون التغير فى الجهد الكهربى المتولد طبقاً للموجة الجيبية .

من المعلوم كذلك أن معامل الشكل للموجة الجيبية يساوى (1.1) فإذا رمزنا للقيمة الفعالة للجهد المتولد فى الموصل بالرمز (E) فنجد أن :

$$E = 2.22 \phi f \dots\dots\dots (1-5)$$

العلاقة (1-5) تمثل الجهد الذى يتولد بين طرفى موصل واحد فى المولد التوافقى ولكن اللفة الواحدة (one coil) عبارة عن موصلين اثنين وبالتالي تصبح العلاقة (1-5) كما يلى :

$$E = 4.44 \phi f \dots\dots\dots (1-6)$$

العلاقة (1-6) تمثل الجهد الذى يتولد بين طرفى لفة واحدة لكل وجه فى المولد التوافقى فإذا كان عدد اللفات لكل وجه المتصلة مع بعضها على التوالى هو (Z) فإن :

$$E = 4.44 \phi f Z \dots\dots\dots V / ph (1-7)$$

حيث (E) هى قيمة الجهد المتولد للوجه الواحد وإذا أخذنا فى الاعتبار معامل التوزيع (d.f) ومعامل الخطوة (p.f) على ق.د.ك المستنتجة فى الوجه فإن المعادلة السابقة تصبح :

$$E = 4.44 \phi f Z (d.f)(p.f) \dots\dots\dots V / ph (1-8)$$

مثال (1-3)

مولد توافقى ثلاثى الأوجه يحتوى على قطبين اثنين . العضو الثابت به 210 لفة . فإذا كان الفيض المغناطيسى يساوى 0.0175 وبر لكل قطب . فاحسب قيمة الجهد المتولد إذا كان التردد 60 Hz .

الحل

عدد اللفات الكلية = 210

$$\text{عدد اللفات لكل وجه} = \frac{210}{3} = 70 \text{ لفة/وجه}$$

$$Z = 70$$

$$\therefore E = 4.44 \times f \phi Z$$

$$= (4.44)(60)(0.0175)(70) = 326.34 \text{ Volt per Phase}$$

مثال (1-4)

مولد توافقي ثلاثي الأوجه به ثمانية أقطاب ، 18 مجرى . تحتوى كل مجرى (Slot) على عشرة موصلات . فإذا كان الفيض المغناطيسى الذى يدخل إلى العضو الثابت من كل قطب تبلغ قيمته 0.04 ويبر . علما بأن التردد 50 Hz فاحسب قيمة الجهد المتولد فى كل وجه .

الحل

Number of slots = 18

عدد المجارى

Number of conductors per slot = 10

عدد الموصلات بالمجرى 10

Total number of conductors = (10)(18) = 180 conductors

$$60 = \frac{180}{3} = \text{عدد الموصلات لكل وجه}$$

$$30 = \frac{60}{2} = \text{عدد لفات الملفات لكل وجه}$$

$$Z = 30$$

$$\therefore E = 4.44 \times f \phi Z$$

$$= (4.44)(50)(0.04)(30)$$

$$= 266.4 \text{ Volt per Phase}$$

مثال (1-5)

مولد توافقي 3 أوجه ، 16 قطب ، موصل Y ، عضو الاستنتاج به 144 مجرى وكل مجرى بها 10 موصلات . اللف بطبقة واحدة ، فإذا دار المولد بسرعة 375 لفة/دقيقة وكان الفيض المغناطيسى 0.05 وبر/قطب ومعامل التوزيع للملفات 0.96 فأوجد :

أ - التردد

ب - (ق.د.ك) المستنتجة للوجه الواحد

ج - جهد الخط الفعال

الحل

$$8 = P \therefore$$

$$2P = \text{عدد الأقطاب}$$

التردد

$$f = \frac{P.N}{60}$$

$$= \frac{8 \times 375}{60} = 50 \text{ Hz}$$

$$E / ph = 4.44 \times (d.f) (p.f) \times f \times \phi \times Z$$

$$= 4.44 \times 0.96 \times 1 \times 50 \times 0.05 \times \left(\frac{144 \times 10}{3 \times 2} \right)$$

$$= 2557.44 \text{ V}$$

جهد الخط (V_L) Line Voltage

$$V_L = \sqrt{3} E_{r.m.s} / ph$$

$$= \sqrt{3} \times 2557.44$$

$$= 4424.37 \text{ V}$$

1-7-1 العوامل المؤثرة في قيمة جهد المولد التزامنى :

تتوقف قيمة جهد المولد (e.m.f) على العوامل الآتية :

- 1- سرعة المولد
- 2- تيار التغذية للمولد (D.C)
- 3- قيمة تيار الحمل
- 4- نوع الحمل الذى يغذى من أطراف المولد (معامل قدرة الحمل)

1- سرعة المولد Generator Speed :

تزيد قيمة القوة الدافعة الكهربائية e.m.f المستنتجة كلما زادت سرعة الآلة التى تدير المولد وتهبط كلما نقصت السرعة .

2- تيار التغذية للمولد Field Current (or Exciter) :

تتوقف قيمة القوة الدافعة الكهربائية e.m.f المستنتجة على قيمة تيار التغذية للأقطاب تزيد وتهبط بزيادة ونقص تيار التغذية .

3- قيمة تيار الحمل Armature Current (Load Current) :

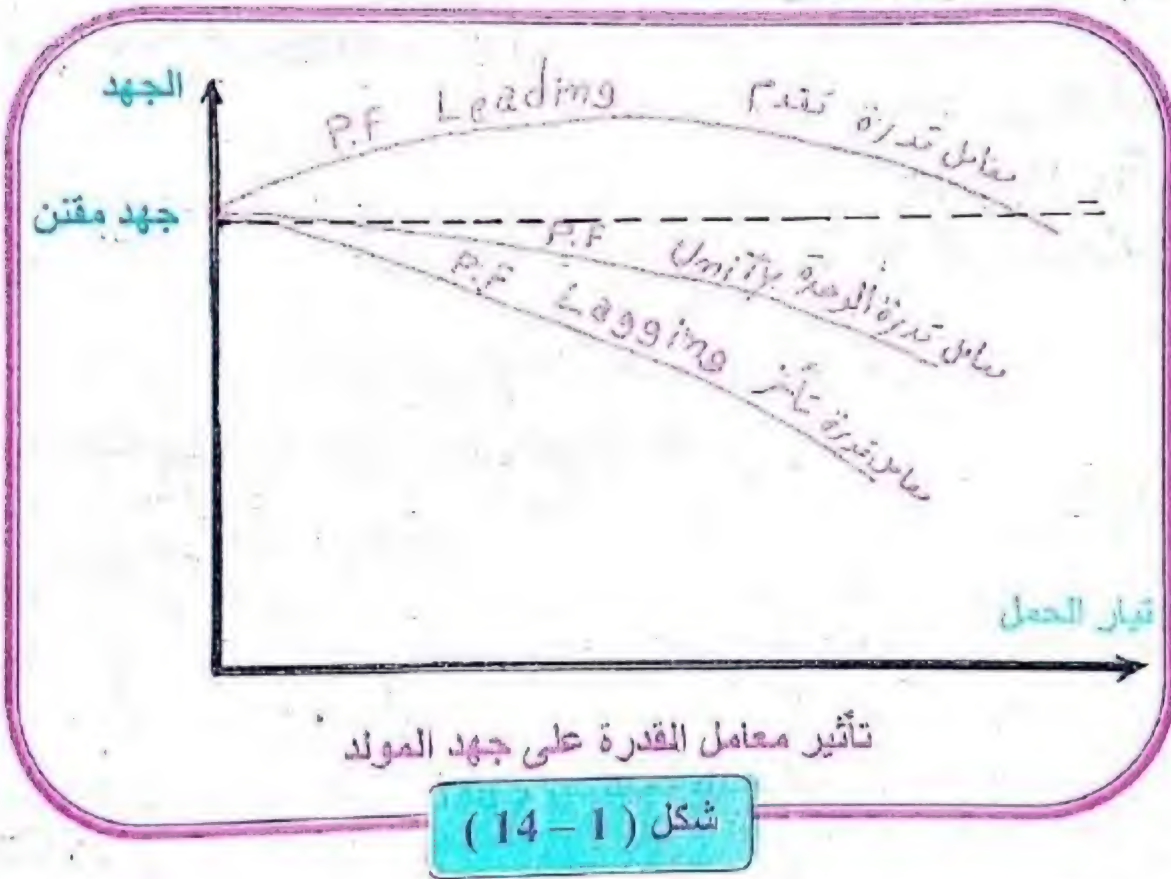
عند زيادة تيار الحمل يزيد الفقد فى الممانعات التوافقية والمقاومة المادية للموصلات وبذلك يقل الجهد على أطراف المولد .

4- نوع الحمل الذى يغذى من أطراف المولد (معامل قدرة الحمل)

- 1- إذا كان الحمل استنتاجى أى يسحب تيار عند معامل قدرة متأخر فإنه يسبب إنخفاض قيمة الجهد .
- 2- إذا كان الحمل سعوى أى يسحب تيار عند معامل قدرة متقدم فإنه يسبب زيادة قيمة الجهد .
- 3- فى حالة الأحمال المادية (معامل قدرة = الوحدة) فإن الجهد يقل فقط بمقدار الجهد المفقود فى المقاومة المادية والممانعة التوافقية .

تأثير معامل قدرة الحمل على جهد المولد :

يوضح شكل (14-1) العلاقة بين تيار الحمل (تيار العضو الثابت) وجهد المولد عند حالات مختلفة لقيم معامل القدرة نجد الآتى :



(أ) معامل القدرة الوحدة $p.f$ unity (حمل مادي) مثل سخان أو مصباح توهج فى هذه الحالة تكون $e.m.f$ المستنتجة عند أقصى قيمة لها وفى نفس الاتجاه مع التيار وعند أقصى قيمة له أيضا ، وينتج عن ذلك تشويه للمجال ولكنه لا يضعفه .

(ب) عند معامل قدرة تأخر (حمل استنتاجى) مثل المحركات الحثية $p.f$ Lagging فى هذه الحالة يضاد المجال المغناطيسى الناتج من العضو الساكن ، المجال المغناطيسى الناتج من الأقطاب وبالتالي يضعفه وهذا يسبب انخفاض فى قيمة $e.m.f$.

(ج) عند معامل قدرة تقدم (حمل سعوى) مثل أجهزة الكترونية p.f Leading فى هذه الحالة المجال المغناطيسى الناتج من العضو الثابت يساعد مجال الأقطاب وهذا يسبب زيادة قيمة القوة الدافعة الكهربائية (e.m.f).

8-1 تنظيم الجهد فى المولدات المتزامنة :

يعرف تنظيم الجهد (Voltage Regulation) فى المولد التوافقى بأنه فرق الجهد بين كل من الجهد المتولد والجهد الطرفى محسوبا كنسبة مئوية من الجهد الطرفى أى أن :

$$\text{Percent Voltage Regulation} = \frac{E - V_t}{V_t} \times 100 \dots\dots\dots (1-9)$$

حيث E : الجهد المتولد
V_t : الجهد الطرفى

تتغير قيمة تنظيم الجهد بتغير الأحمال على المولد التوافقى ففى حالات معاملات القدرة المتقدمة تكون قيمة تنظيم الجهد سالبة بينما تكون موجبة فى حالة معاملات القدرة المتأخرة ولهذا يجب تحديد معامل القدرة عند الحديث عن تنظيم الجهد فى المولدات التوافقية .

مثال (1 - 6)

مولد توافقى يغذى حملاً له معامل قدرة متقدم قيمته 0.8 وكان الجهد المتولد 114.71 فولت والجهد الطرفى للمولد 127 فولت . احسب تنظيم الجهد لهذا المولد .

الحل

$$\cos \phi = 0.8 \text{ Leading} \quad E = 114.71 \text{ V} \quad V_t = 127 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{Percent Voltage Regulation} &= \frac{E - V_t}{V_t} \times 100 \\ &= \frac{114.71 - 127}{127} \times 100 \\ &= -9.68 \% \end{aligned}$$

أهمية معامل تنظيم الجهد في المولدات المتزامنة :

ترجع أهمية هذا المعامل إلى :

- 1- يعطى فكرة عن مدى التغير في الجهد على أطراف المولد
- 2- يعطى فكرة عن مدى استقرار جهد المولد

عيوب عدم تنظيم جهد المولدات :

- 1- تلف قضبان التوزيع العمومية (B.B) في المحطة من تيارات القصر أو التيارات الزائدة .
- 2- خروج المولدات (فصلها) من التوافق
- 3- انقطاع التيار وعدم استمرار التغذية
- 4- تلف أجهزة المستهلكين

مميزات تنظيم الجهد في المولدات التوافقية :

- 1- استمرار إتزان جهد الشبكة وعدم خروج محطة التوليد من التوافق
- 2- حماية قضبان التوزيع العمومية في المحطة من تيارات القصر
- 3- استمرارية التغذية الكهربائية إلى المستهلكين
- 4- توزيع القدرة الغير فعالة بين المولدات

تتركز عملية تنظيم الجهد في المولدات بواسطة التحكم في تيار تغذية الأقطاب ويتم ذلك حسب نوع التغذية :

- 1- في حالة التغذية من مصدر تيار مستمر (شبكة DC أو بطاريات) تستخدم مقاومة متغيرة لتنظيم تيار تغذية الأقطاب
- 2- في حالة التغذية بواسطة المغذى (Excitor) (مولد تيار مستمر) يتم التحكم في تيار المجال (الأقطاب) (وقد يسمى أحياناً تيار التنبيه أو تيار الإثارة) حيث يمكن تقليله أو زيادته فيقل تبعاً له جهد المغذى وبالتالي يقل أو يزيد تيار أقطاب المولد الرئيسى .
- 3- أما في حالة التغذية المركبة يزيد الجهد بزيادة التيار الناتج من عملية التوحيد والمغذى مباشرة وذلك بالتحكم في جهد المحول الذى يغذى الموحدات عن طريق مجموعة المقاومات المتغيرة .
- 4- قد تتم عملية تنظيم الجهد يدوياً غير أنها غير عملية حيث لا يمكن متابعة التغيرات التى تحدث في الحمل ولذلك تستخدم المنظمات الأتوماتيكية التى تضبط الجهد على القضبان العمومية في حدود $(\pm 1 : 0.5\%)$

مثال (1-7)

مولد توافقي ثلاثى الأوجه قدرته 600 K.V.A وجهد أطرافه 2.2 K.V وذلك عند حمل 100 A بمعامل قدرة 0.866 تقدم . وعندما رفع الحمل أصبح جهد الأطراف 2.080 K.V فأوجد تنظيم جهد هذا المولد .

الحل

$$\% \text{Reg} = \frac{E_0 - V}{V} \times 100 = \frac{2080 - 2200}{2200} \times 100 = 5.5\%$$

حيث E_0 : جهد الأطراف عند رفع الحمل
V : جهد المولد

1- المنظمات الإلكتروميكانيكية : Electro - Mechanical Regulators

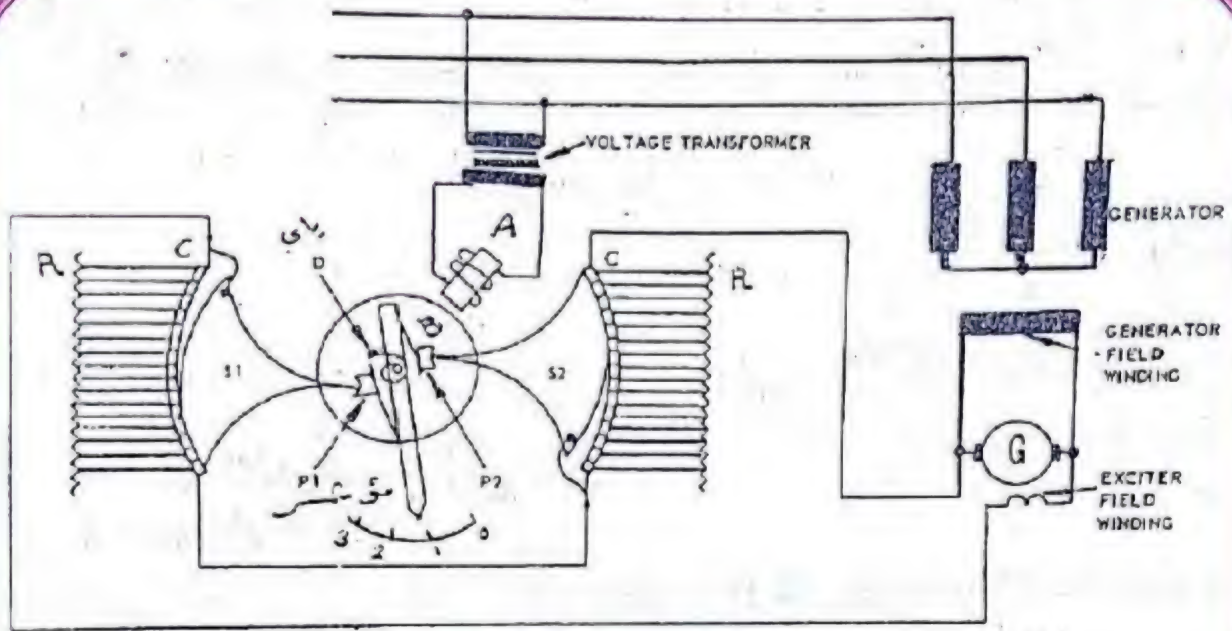
تعمل هذه المنظمات على تغيير تيار التغذية عن طريق توصيل أو فصل مقاومة مادية في دائرة ملفات التنبيه (الأقطاب) للمولد يؤدي إلى تغيير في قيمة (ق.د.ك) المتولدة بالقدر الذى يجعل الجهد على أطراف المولد ثابتاً برغم تغيير الحمل . وأهم هذه الأنواع هو :

منظم براون بوفرى Brown Boveri :

يبين شكل (1-15) تركيب الجهاز ويحتوى على ملف ثابت (A) يغذى عن طريق محول جهد وجزء متحرك عبارة عن أسطوانة من الألومنيوم (B) وعند مرور التيار في الملف (A) يسبب تولد تيارات إعصارية في أسطوانة من الألومنيوم ينشأ عنها عزم كهربى يسبب دوران الأسطوانة (B) المثبت عليها بعض اليايات وكذلك الجناحان (S_1, S_2) اللذان يتحركان مع الأسطوانة وينزلقان على نقاط اتصال (R) لإدخالها أو إخراجها بالتدرج من دائرة المغذى مما يتسبب في تغيير مقاومة ملفات تنبيه المغذى. نظرية تشغيله :

عندما يكون الجهد المتولد هو جهد المولد المطلوب يكون العزم الكهربى بين A و B مساوياً للعزم الميكانيكى الناشئ من ضغط اليايات على الجزء المتحرك فيثبت المؤشر عند قيمة معينة (I) مثلاً . وعند ارتفاع جهد المولد عن القيمة الحقيقية فيسبب ذلك زيادة العزم الكهربى عن العزم الميكانيكى ويتحرك الجزء المتحرك (الأسطوانة) ومعه

المقاومة (R) في دائرة ملفات تنبيه المغذى وتقل بالتالى تغذية مولد القدرة الكبير وبما إلى يقل جهده ويعود بعد ذلك إلى القيمة المقررة وكذلك يعود العزم الكهربى الناشئ إلى ما هو عليه فيعود المؤشر إلى الوضع السابق (1).



دائرة منظم براون بوفرى

شكل (1 - 15)

كذلك إذا انخفضت قيمة جهد المولد الكبير عن القيمة المقررة يقل العزم الكهربى عن عزم اليابات وتدور الاسطوانة في الاتجاه الآخر ويتحرك المؤشر إلى الوضع (0) مثلاً وأثناء الدوران ينزلق الجناحان (S_1, S_2) ليخرجا جزءاً من المقاومة (R) من دائرة ملفات تنبيه المغذى. الأمر الذى يسبب في زيادة تيار التغذية للمولد الكبير فيرتفع جهده إلى ما كان عليه ويعود مؤشر الجهاز إلى الوضع (1) مرة أخرى.

ويلاحظ هنا أن المنزلقين (S_1, S_2) مثبتان مع المؤشر عن طريق دعامتين (P_1, P_2) حيث تستقطع أو تدخل المقاوم (R) بقيم متساوية من الجانبين.

2- منظمات الجهد الالكترونية : An Electronic Type Regulator

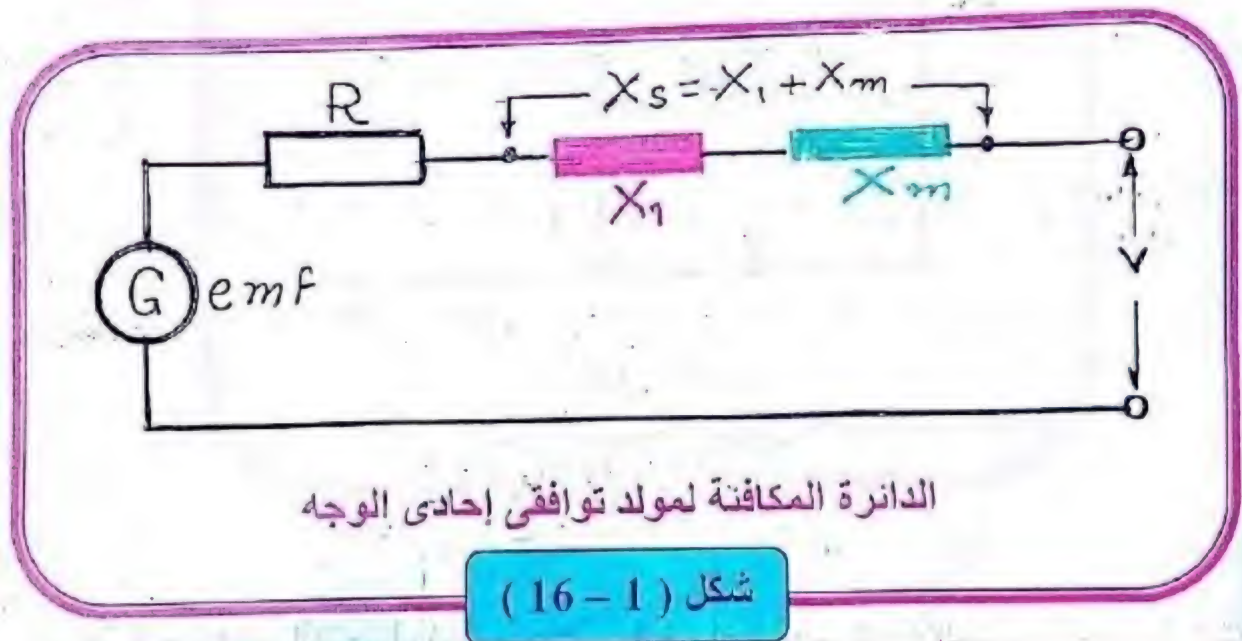
تطورت صناعة منظمات الجهد حتى أمكن علاج عيوب المنظمات الإلكتروميكانيكية وذلك باستعمال دوائر الكترونية وذلك عند اكتشاف مواد شبه موصلة تستخدم في صناعة الوحدات الالكترونية وكذلك وحدات الثيرستور والترانزستور والترياك وخلافه حيث أن هذه النبايط لها خصائص تمتاز بكفاءة عالية في التشغيل وكذلك أحجامها صغيرة وسعرها مناسب وسهولة التركيب والصيانة. كما أن جميع الدوائر الالكترونية باختلاف أنواعها تعمل فوراً عند توصيلها بالمنبع.

1-9 خواص مولدات التيار المتردد :

(رد فعل عضو الاستنتاج - حالة اللاحمل - حالة التحميل - حالة القصر)

يوضح شكل (1-16) الدائرة المكافئة للمولد وهي تتكون من ثلاث عناصر رئيسية هي:

- 1- المقاومة المادية (R) بالأوم لملفات العضو الثابت
- 2- الممانعة الاستنتاجية (الحثية) لملفات العضو الثابت (X_1) بالأوم
- 3- تأثير رد فعل عضو الاستنتاج (X_m) أوم والذي يعمل مثل تأثير الممانعة الاستنتاجية لذلك فإن الممانعتين تجمعان معاً وتنتج محصلة الممانعات وتسمى بالممانعة التوافقية (X_s) أى أن ($X_s = X_1 + X_m$)

كما يتم جمع المقاومات المادية R مع الممانعة التوافقية X_s ($Z = R + jX_s$) ويطلق عليها المعاوقة الكلية للمولد

رد فعل عضو الاستنتاج (المنتج) :

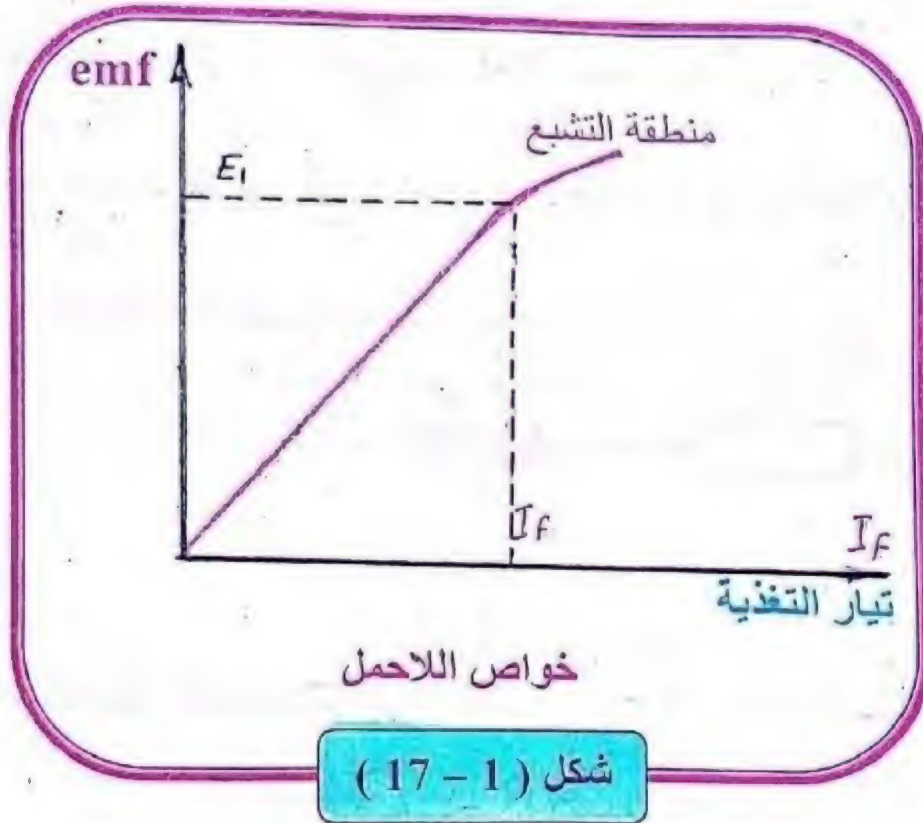
هو المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار فى المنتج والذي يتفاعل مع مجال الأقطاب مسبباً تولد مجال مغناطيسى محصل يتكون من مركبتين إحداها متعامدة والأخرى تساعد أو تضاد مجال الأقطاب بحسب معامل قدرة الحمل .

ولتقليل تأثير رد فعل عضو الاستنتاج فإنه يتم تركيب ملفات الإخماد فى أحذية الأقطاب وتقتصر على نفسها أو تزيد من المقاومة المغناطيسية للمولد وأفضل الطرق لزيادة المقاومة المغناطيسية هي زيادة الثغرة الهوائية بين العضوين الثابت والدوار .

No Load Characteristics

أ - حالة اللاحمل :

فى هذه الحالة تكون مفايد المولد صغيرة وتكون القوة الدافعة الكهربية متناسبة طردياً مع تيار التغذية وتكون العلاقة خطية إلى أن تتشبع الأقطاب حيث لا تؤثر الزيادة فى تيار التغذية على قيمة القوة الدافعة الكهربية المستنتجة كما هو موضح بشكل (1-17)



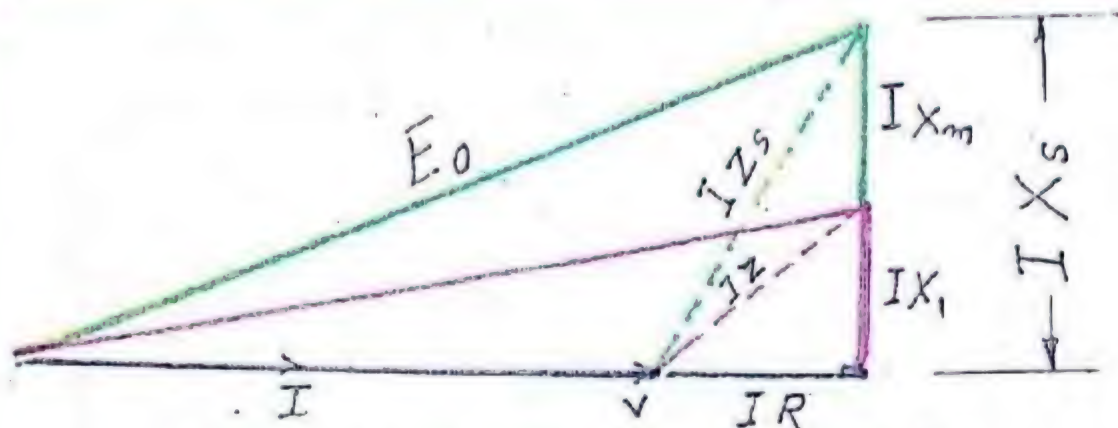
ومن دراسة خواص اللاحمل نحصل على الخواص التشغيلية المشتركة للمولدات وأنسب تيار تغذية (I_f) يعطى جهد التشغيل اللازم .

Full Load Characteristics

ب - حالة التحميل الكامل للمولد :

أنواع الأحمال هي :

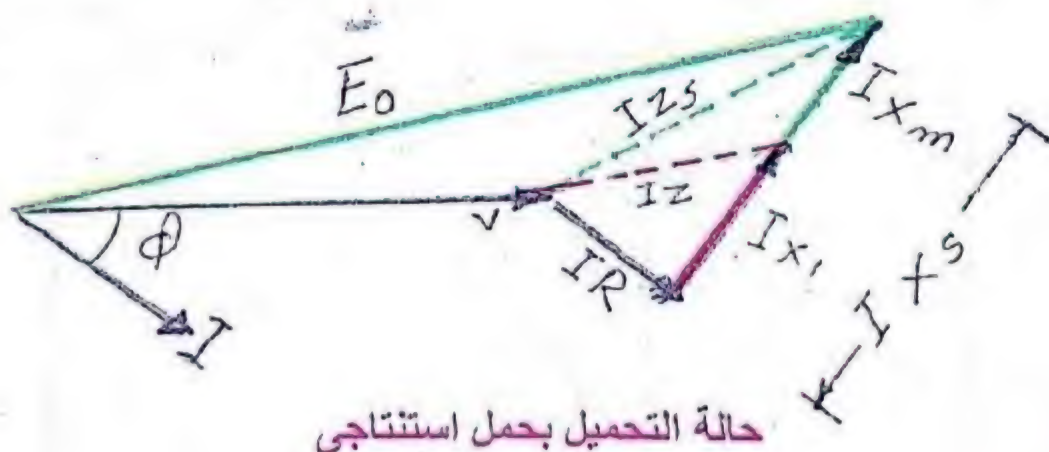
- 1- عند تحميل المولد بالحمل الكامل بأحمال مادية (معامل القدرة = الوحدة) فإنه يمر تيار (I) أمبير فى عضو الاستنتاج يساوى تيار الحمل ويحدث فقد جهد فى المقاومة مقداره (IR) ويكون فى اتفاق وجهى مع تيار الحمل ، كما يحدث فقد فى الممانعة التوافقية ($I X_s$) وتكون متعامدة على اتجاه تيار الحمل كما فى شكل (18-1)



حالة التحميل بحمل مادي (معامل القدرة = الوحدة)

شكل (18 - 1)

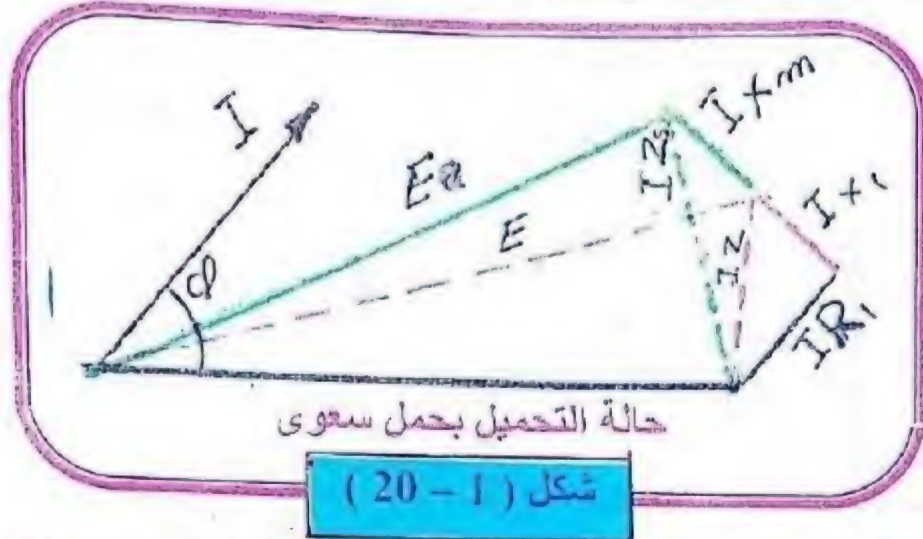
2- في حالة تحميل المولد بأحمال استنتاجية (معامل قدرة متأخر) فإنه يحدث فقد جهد كبير في الممانعة التوافقية ويكون التيار متأخراً بزاوية وجه عن الجهد ، والذي تتوقف قيمته على مقدار الفقد في الإعاقة الكلية للمولد كما هو موضح بشكل (19-1)



حالة التحميل بحمل استنتاجي

شكل (19 - 1)

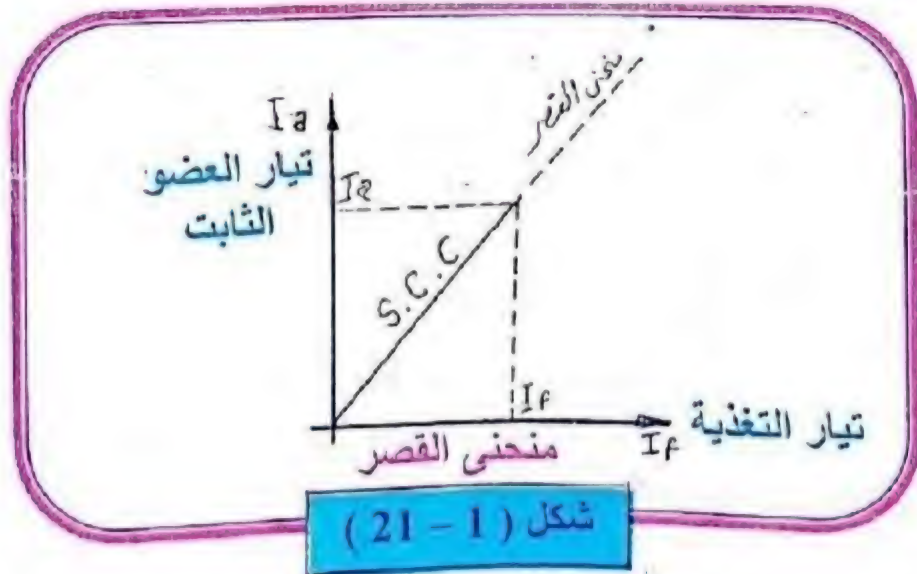
3- فى حالة التحميل بحمل سعوى (معامل قدرة متقدم) شكل (20-1) فإن الجهد يزيد بزيادة تيار الحمل ويمكن التأكد من ذلك بفصل الحمل السعوى فيقل الجهد على أطراف المولد وذلك فى تجارب المعمل بالمدرسة



Short Circuit (S.C)

ج - حالة القصر على أطراف المولد

عند حدوث قصر لأطراف المولد فإن قيمة تيار المنتج تزيد زيادة كبيرة (قد تصل إلى 18 مرة ضعف تيار الحمل) وتتوقف قيمة تيار القصر على الممانعة التوافقية للمنتج ويكون لتيار القصر أثر سيئ عندما تكون قيمة الجهد على الأطراف تساوى صفر . وعند إجراء تجربة القصر نعين العلاقة بين تيار المنتج وتيار التنبيه فنحصل على علاقة خطية حيث تجرى التجربة فى حالة عدم تشبع ، ومن التجربة نحصل على المفاتيح النحاسية والمقاومة المادية والإعاقة التى يحدث عندها القصر . وشكل (21-1) يوضح حالة القصر على أطراف المولد .



شكل (21 - 1)

1-10 المفاقد في الآلات المتزامنة (مولدات - محركات) وتأثيرها :
المفاقد في الآلات التوافقية هي نفس المفاقد في الآلات الكهربية وتنقسم إلى :

أ - مفاقد ثابتة : Constant Losses
وتشمل المفاقد الناتجة عن :

- 1- الاحتكاك بكراسى المحاور bearing friction
- 2- الاحتكاك الناتج عن مقاومة الهواء (P_{mech}) Windage Loss
- 3- احتكاك الفرش على حلقات الانزلاق Brush Loss
- 4- مفاقد حديدية بسبب التيارات الاعصارية Eddy Current والتخلف المغناطيسى

ب - مفاقد متغيرة : Variable Losses
وتشمل المفاقد الناتجة عن الملفات

- 1- المفاقد النحاسية لملفات عضو الاستنتاج Armature Cu. Loss
- 2- المفاقد النحاسية لملفات المجال Field Cu. Loss

تأثير المفاقد على الآلات المتزامنة :

أ- تؤثر المفاقد على جودة (كفاءة) الآلة (Efficiency) حيث :

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الدخل} - \text{المفاقد}}{\text{الدخل}}$$

$$\begin{aligned} \text{efficiency}(\eta) &= \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \\ &= 1 - \frac{P_{loss}}{P_{in}} \end{aligned}$$

- ب- تتحول المفاقد إلى حرارة غير مرغوب فيها حيث أنها تؤثر على :**
- 1- متانة العزل بين الملفات مما يتسبب فى إنهيارها وحدوث قصر فى الآلة
 - 2- رفع قيمة مقاومة الموصلات مما يؤثر على التنظيم فى الآلة
 - 3- تقليل كفاءة الآلة بصفة عامة

1-11 التهوية فى المولدات :

تتحول المفايد المتولدة فى القلوب الحديدية وأسلاك الملفات لآلات التيار المتغير المتزامنة إلى حرارة يمكن حصر تأثيرها فى الآتى:

- أ- تقليل متانة المواد العازلة وبالتالي حدوث دوائر قصر تؤدي إلى تلف الآلة نفسها
- ب- رفع قيمة المقاومة المادية للموصلات نتيجة لارتفاع درجة الحرارة
- ج - تقليل كفاءة الآلة بصفة عامة

لذا يجب التخلص من هذه الحرارة وجعل الآلة تعمل عند درجة حرارة لا يتسبب عنها المتاعب السابقة . وتتوقف تهوية المولدات على قدرة المولد ومدى الفقد فى الطاقة الكهربائية به .

وتنقسم التهوية تبعاً للقدرة إلى :

١- **فى حالة القدرات الصغيرة** : يعتمد على التهوية الطبيعية نتيجة حركة العضو الدائر وتحريك الهواء به مما يسهل من إشعاع الحرارة فى الجو المحيط به .

٢- **فى حالة القدرات المتوسطة** : تعتمد التهوية على الدفع الجبرى للهواء داخل المولد بواسطة تركيب مروحة على محور الدوران تدفع الهواء خلال فتحات التهوية برقائق العضو الثابت والدائر .

٣- **فى حالة القدرات الكبيرة** : يستخدم وسائط تبريد فى دوائر مغلقة مثل الهيدروجين السائل حيث يمتص الحرارة بسرعة ويتخلص منها بسرعة وتسمى هذه الطريقة التهوية بالدوائر المغلقة . ويجب عند استعمال غاز الهيدروجين كمادة تبريد اتخاذ احتياطات عدم حدوث الحريق والانفجار وتصميم هيكل المولد بمواصفات خاصة .

1-12 تشغيل المولدات على التوازي وشروط ذلك :

(أ) مقدمة:

يتم تشغيل المولدات التوافقية على التوازي فى نظم القوى الكهربائية للأسباب الآتية:

أ - **التأكيد على اعتمادية منظومة القوى الكهربائية :**

إذا تعرض المولد التوافقي لعطل أو تعرضت الآلة المحركة له وكان لابد من إيقاف أى منهما عن التشغيل أو عند إجراء الصيانة الدورية للمولد التوافقي فيجب أن تظل بقية المولدات التوافقية - المتصلة - معاً على التوازي تعمل للإمداد بالطاقة الكهربائية.

ب- للتأكيد على كفاءة المولدات التي تعمل :

أثناء فترات الأحمال الخفيفة (Light Loads) يمكن إيقاف مولد توافقي أو مولدين عن العمل بينما تعمل بقية المولدات التوافقية - قريباً من الحمل الكامل لكل منها - وبالتالي تعمل كل من هذه المولدات بالقرب من أقصى كفاءة لكل منها وتوفير نفقات تشغيل المحطة .

ج- إجراء الصيانة اللازمة للمولدات :

يمكن إجراء الصيانة الدورية للمولدات التوافقية أو إجراء عملية استبدال قطع الغيار والإصلاحات بدون الحاجة إلى إخراج كل المولدات من الخدمة .

د - الاحتفاظ بحجم معقول للمولد التوافقي :

بدلاً من تصميم مولد توافقي ضخم لتغذية الحمل بالطاقة الكهربائية يمكن تصميم عدة مولدات بأحجام مناسبة ويتم توصيلها على التوازي .

هـ - إتاحة الفرصة للتوسعات المستقبلية :

توصيل المولدات التوافقية على التوازي يجعل الفرصة متاحة أمام التوسعات المستقبلية في كل من الأحمال الكهربائية والمولدات التوافقية .

اذن نحتاج إلى توصيل المولدات على التوازي لتحقيق العوامل الآتية :

- 1 - حرية المناورة في مواجهة تغير الأحمال
- 2 - تشغيل المولدات عند أو قرب الحمل الكامل لها
- 3 - استمرارية التغذية للمستهلكين
- 4 - زيادة كفاءة المحطة (المولدات) واقتصاديات التشغيل
- 5 - إمكانية عمل الصيانة في مواعيدها

ب- شروط توصيل مولدين معاً على التوازي (شروط التوافق) :

لتوصيل مولد إلى قضبان التوزيع المتصلة بمولد في العمل أو مع شبكة عاملة يلزم تحقيق الشروط الآتية :

- 1 - أن يتساوى تردد المولد مع تردد الشبكة ويمكن التحكم في تردد المولد بواسطة التحكم في سرعة الآلة التي تدير المولد ويقاس التردد بجهاز قياس التردد
- 2 - أن يتساوى جهد المولد مع جهد الشبكة ، ويمكن التحكم في جهد المولد بواسطة التحكم في تيار التغذية للمولد ويقاس الجهد للشبكة والمولد بواسطة فولتمترين
- 3 - يجب أن يتوافق المولد مع الشبكة في الوجهة تماماً ويستخدم جهاز التوافق أو طريقة اللمبات المظلمة أو المضينة أو محول التوافق ، وحتى يتحقق ذلك يجب تحقيق الشرطين (1 ، 2) أولاً .

4- يجب أن يتشابه نظام التعاقب (نظام تتابع الأوجه Phase Sequence) بن المولد والشبكة ويمكن التأكد من ذلك بواسطة جهاز مبيّن التتابع . وإذا لم يتوافر هذا الجهاز يتم توصيل محرك استنتاجي صغير ثلاثي الأوجه مع الشبكة ومعرفة اتجاه الدوران ، ثم مع المولد فإذا لم يدور في نفس الاتجاه الأول وجب تبديل الطرفين الرئيسيين للمولد ، وإذا دار في نفس الاتجاه كان تعاقب الأوجه سليماً .

ويمكن تلخيص شروط توصيل المولدات على التوازي كما يلي :

- 1- أن يداران معا على نفس التردد
- 2- أن يكون جهداهما متساويان بالضبط
- 3- أن يكون الوضع الوجهي لهما واحد
- 4- أن يكون لهما نفس الاتجاه الوجهي

ب - عملية التوافق :

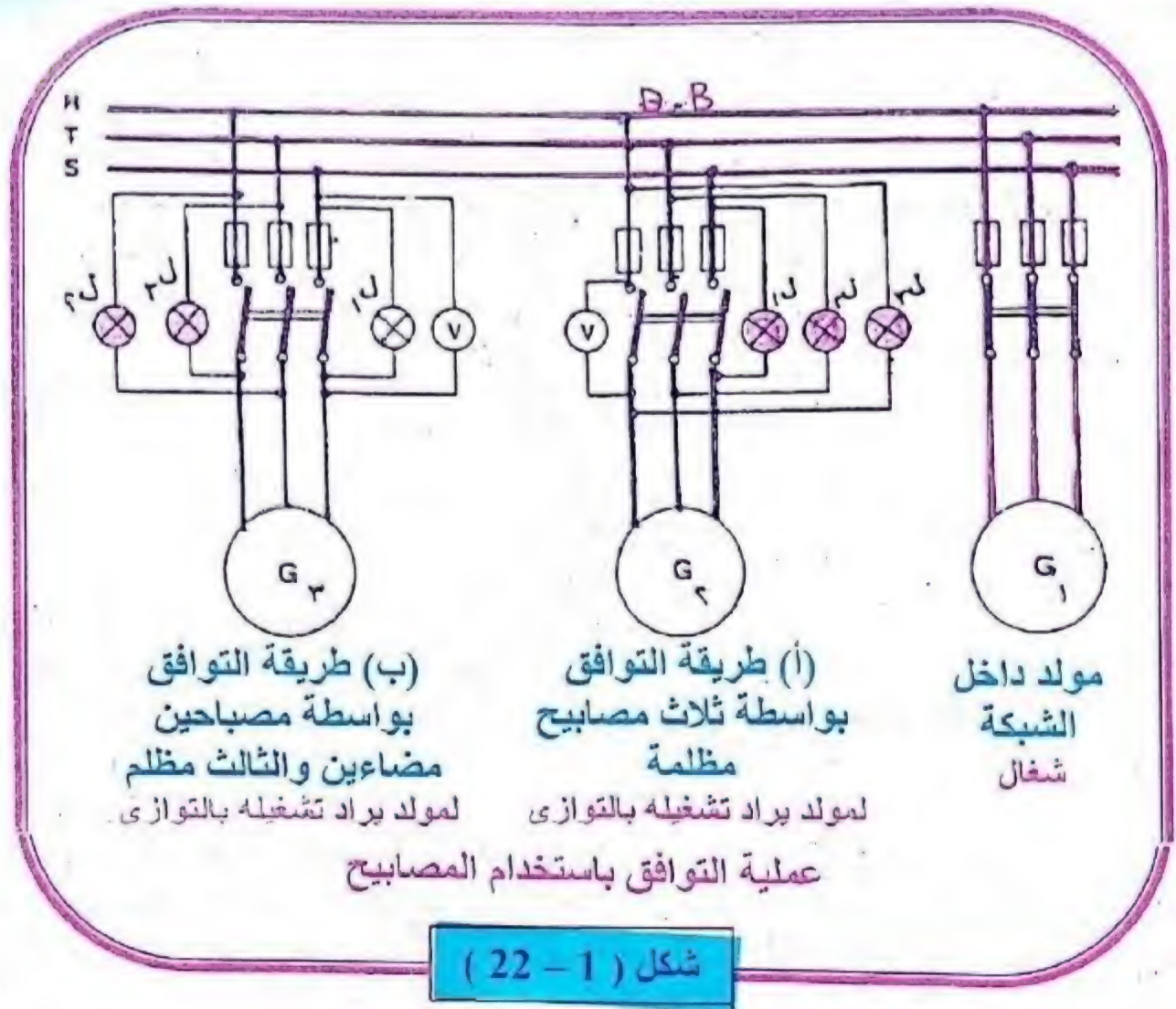
تتم عملية التوافق بإحدى الطرق الآتية :

- 1- التوافق باستخدام المصابيح (المطفأ أو المضاءة)
- 2- التوافق باستخدام محول التوافق والمصباح المضي
- 3- التوافق باستخدام جهاز السنكروسكوب Synchroscope
- 4- التوافق الأتوماتيكي (الذاتي) Automatic Synchronization

أولاً : التوافق باستخدام المصابيح :

أ - التوافق باستخدام المصابيح المطفأة :

حيث يتم توصيل مصباحان أو ثلاثة مصابيح بالتوالي مع طرفي المولد والشبكة كما في شكل (1-22-ب) ، فإذا تساوى الجهد والتردد وتوافق بين موجتي الجهد فإن المصابيح تنطفئ وفي هذه اللحظة يتم إدخال المولد بالشبكة ويجب أن يتحمل المصباح ضعف جهد المولد .

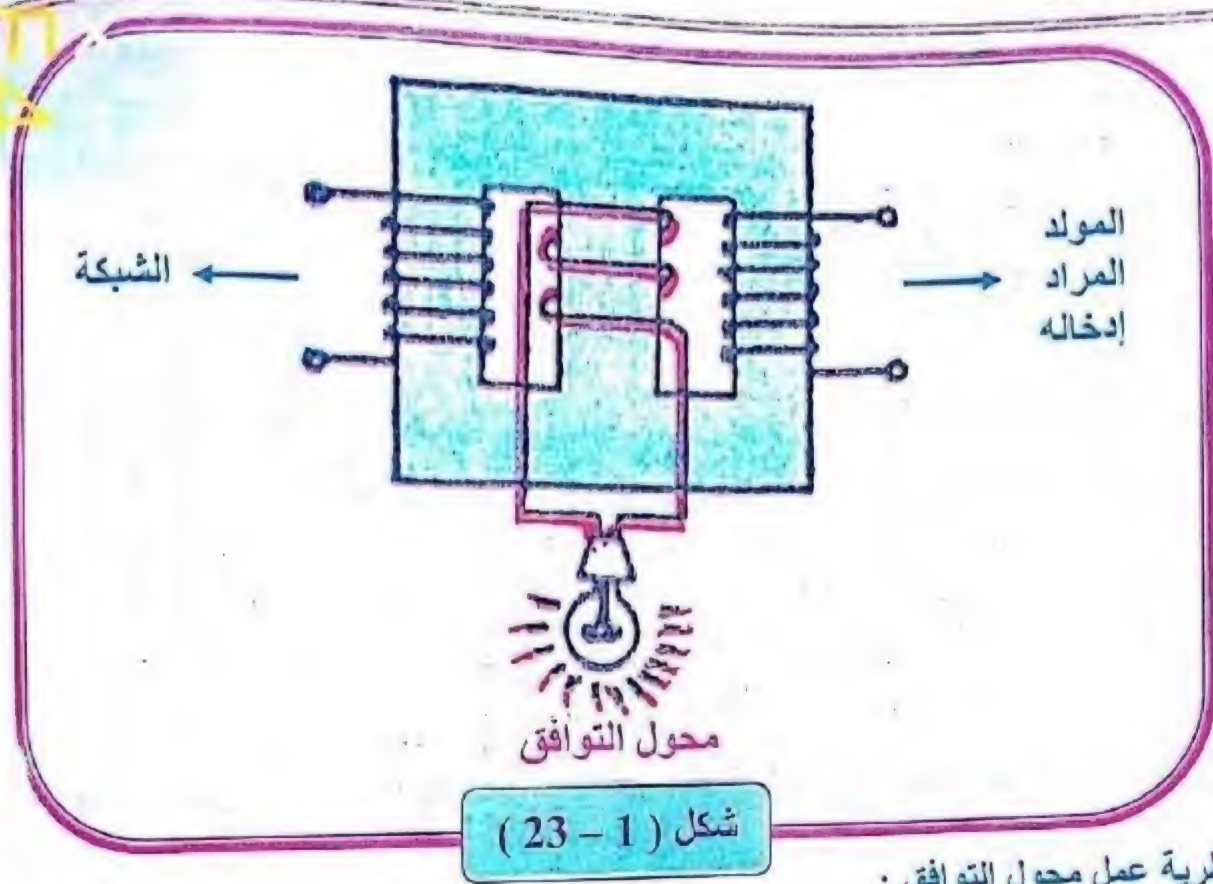


ب - التوافق باستخدام المصابيح المضاءة :

وفيها يتم توصيل كل مصباح بين وجهين مختلفين إحداهما مع المولد والآخر مع الشبكة . وعندما يضاء المصباحين والثالث مظلم يدل ذلك على صحة التوافق عندها يوصل المفتاح لإدخال المولد مع الشبكة بالتوازي كما هو موضح بشكل (1-22-أ) .

ثانياً : التوافق باستخدام محول التوافق والمصباح المضئ :

يتركب محول التوافق من قلب حديدي له ثلاث قوائم (أذرع) مع ملاحظة أن يكون القلب الحديدي للذراع الأوسط مساحة مقطعه ضعف مساحة أى من الذراعين الآخرين . وحيث أن محول التوافق محول خفض فإنه يلف حول كل ذراع من الأذرع الخارجية ملف ذو عدد يناسب الجهد العالي بحيث يوضع ملفين متماثلين على الذراعين الخارجيين ويلف على الأوسط ملف عدد لفاته يناسب جهد المصباح شكل (1-23)



نظرية عمل محول التوافق :

أ - باستخدام المصباح المظلم :

حيث يوصل أحد الملفين الخارجيين بالمولد ويوصل الآخر بالشبكة وفي نفس الوجه ، ستولد في كل منهما مجال مغناطيسي يضاد الآخر في الذراع الأوسط إذا كان المولد والشبكة في حالة عدم توافق ، والمحصلة بين المجالين في الذراع الأوسط هي التي تولد قوة دافعة كهربية تسبب إضاءة المصباح .

أما إذا كان المولد والشبكة في حالة توافق فإن المجالين الناشئين عن ملفي الذراعين الخارجيين يلاشى كل منهما الآخر ولا يتولد قوة دافعة كهربية في ملف الذراع الأوسط ويظل المصباح وفي هذه اللحظة يتم إدخال المولد بالشبكة .

ب - باستخدام المصباح المضي :

في هذه الحالة يتم توصيل الملفين الخارجيين بحيث يكون المجال الناشئ في كل منهما في نفس الاتجاه وبذلك يكون أكبر قوة دافعة كهربية مستنتجة في الملف الأوسط عندما يكون في حالة توافق حيث يتوهج المصباح في هذه اللحظة يتم إدخال المولد .

تسلسل عملية التوافق :

- 1- يضبط تردد المولد بواسطة تنظيم سرعة الآلة المحركة للمولد
- 2- يتم ضبط جهد المولد بحيث يساوى جهد الشبكة بواسطة تنظيم جهد المولد
- 3- يتم التزامن في الأوجه بواسطة التنظيم الدقيق لسرعة دوران المولد

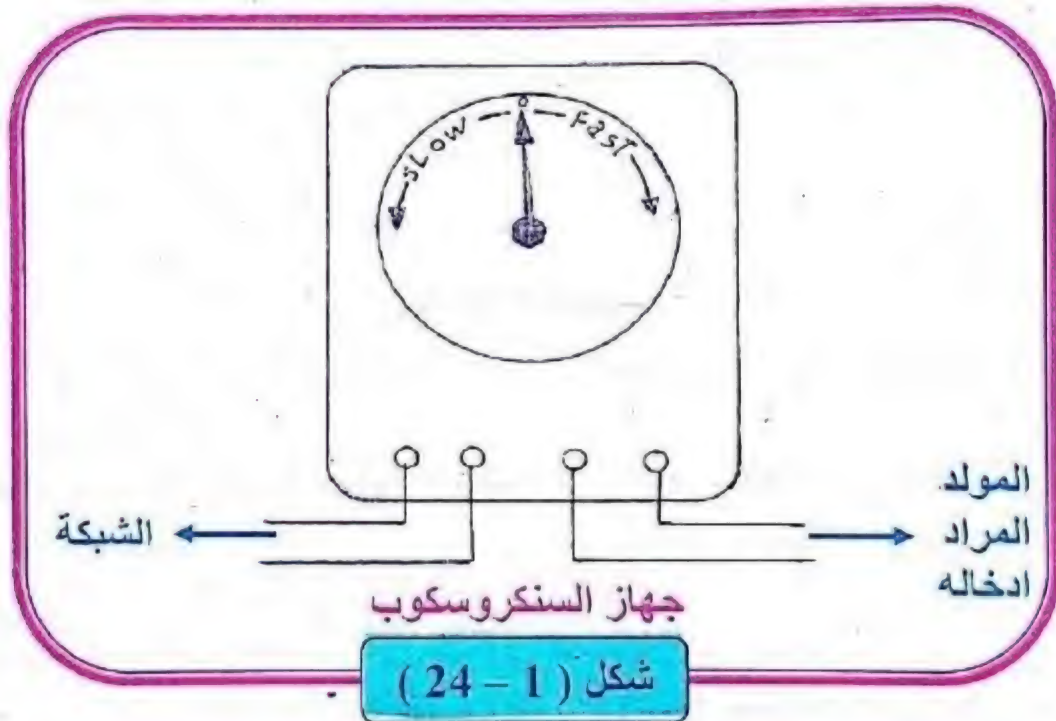
تسلسل عملية فصل مولد موصل على التوازي مع الشبكة (أو مولد آخر)

- 1- يتم ضبط منظم الآلة المحركة لتتخفف القدرة إلى الصفر
- 2- يخفف شدة تيار التغذية لأقطاب المولد إلى الصفر
- 3- يفصل المولد من الشبكة

ويحظر نهائياً فصل المولد عن الشبكة فجأة بدون إجراء الخطوات السابقة

ثالثاً : التوافق باستخدام جهاز التوافق (السنكروسكوب) Synchroscope

جهاز التوافق هو جهاز يحدد بمنتهى الدقة لحظة إتمام عملية التوافق بالإضافة إلى أنه يوضح إذا كانت سرعة المولد - المطلوب توصيله بالقضبان العمومية - كبيرة أو بطيئة ويبين شكل (1-24) رسماً توضيحياً لجهاز السنكروسكوب (الواجهة فقط)



إذا تحرك مؤشر السنكروسكوب جهة اليمين أو جهة اليسار فهذا يعني أن ترددي كل من المولد والشبكة غير متساويين وعندما يسكن المؤشر في المنتصف عند (0) التدرج الموضح في شكل (1-24) يعني أن هذه هي اللحظة المناسبة لإتمام عملية التوافق .
السنكروسكوب - في أبسط صورة - عبارة عن محرك صغير أحادي الوجه يولد مجالاً مغناطيسياً يدور بسرعة تتناسب مع الفرق بين تردد كل من المولد والقضبان العمومية ويجب أن نلاحظ أن جهاز التوافق لا يؤثر أو يتأثر باختلاف تتابع الأوجه بين كل من المولد والقضبان . ولهذا يجب التأكد من تحقيق شرط تتابع الأوجه قبل استخدام جهاز السنكروسكوب، لإتمام عملية التوافق .

رابعاً : التوافق الأتوماتيكي (الذاتي) Automatic Synchronization

تستخدم هذه الطريقة الحديثة لسرعة توصيل المولد بالشبكة ، ولتوصيل مولد بالشبكة يتم رفع سرعة المولد إلى سرعة التوافق وبدون تيار تغذية للأقطاب ثم يوصل المولد مع الشبكة بالتوازي ثم بسرعة يغذى بتيار التغذية المستمر المقنن وسرعان ما يتوافق المولد مع الشبكة وتمتاز هذه الطريقة بالآتي:

- 1- بساطة التشغيل ، فهي تقلل من إمكانية قطع التيار وإتلاف التجهيزات .
- 2- سرعة إدخال المولد على الحمل وهي ميزة ذات أهمية بالغة في حالة الطوارئ
- 3- إمكان توصيل المولد بفارق 0.5 إلى 6 فولت بتردد 35 ذ/ث وذلك مستحيل في الحالات اليدوية .
- 4- إمكان التوصيل عندما لا يتيسر وجود منظم أتوماتيكي للسرعة
- 5- إمكان إعادة التوصيل الأتوماتيكي للمحطة التي فصلت لعدم انتظام التشغيل أو في حالة قصر عابر في خطوط التغذية .

١٣ - حماية المولدات

(الحماية التفاضلية - الحماية ضد زيادة الحمل - الحماية ضد انعكاس القدرة) :

تتعرض المولدات أثناء تشغيلها إلى حدوث أخطاء خطيرة . وأشدها خطراً على المولدات هو خطأ القصر .

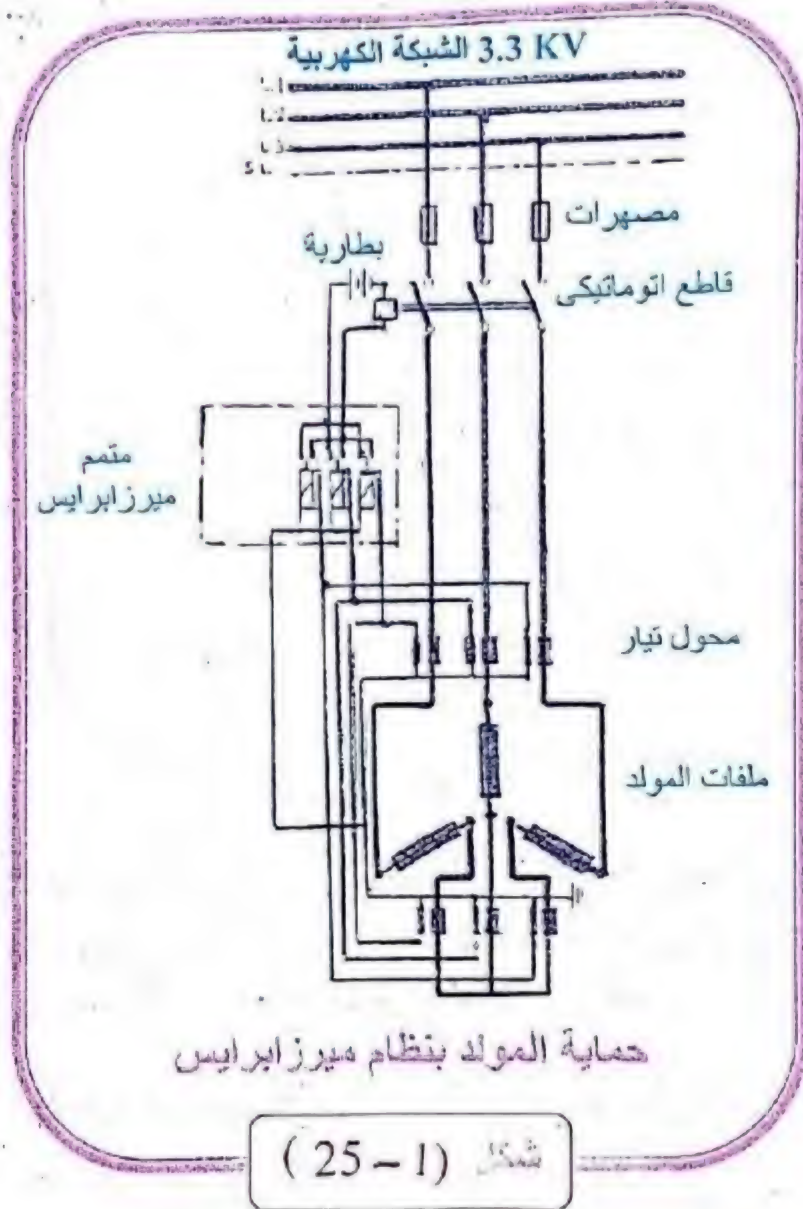
لذلك يجب حماية المولدات بأجهزة وقاية تكشف عن العطل أو الخطأ الذي يحدث بالمولد وتعطي الأمر للقواطع الأتوماتيكي Auto Circuit Breaker لعزل الجزء العاطل عن الشبكة بفتح الدائرة الكهربائية وتستخدم الطرق الآتية لحماية المولدات من الخطأ :

- 1- حماية المولدات بالحماية التفاضلية (ميرز ابريس) Merz Price System
- 2- حماية المولدات ضد زيادة الحمل
- 3- الحماية ضد انعكاس القدرة

1- حماية المولدات بالحماية التفاضلية (ميرز ابريس) Merz Price System

يستخدم هذا النظام مجموعتين من محولات التيار . أحدهما توضع قبل المولد والآخرى في نهايات أوجه المولد لحصر منطقة حدوث القصر داخل المولد . وتتصل المجموعتين بمتنمات جهاز الميرز ابريس كما هو موضح بشكل (1 - 25) . فإن ق.د.ك المستنتجة في الملفات الثانوية لمحولات التيار تكون متساوية وبالتالي فإن ق.د.ك المستنتجة في الملفات الثانوية لمحولات التيار تكون متساوية أيضاً فلا يمد

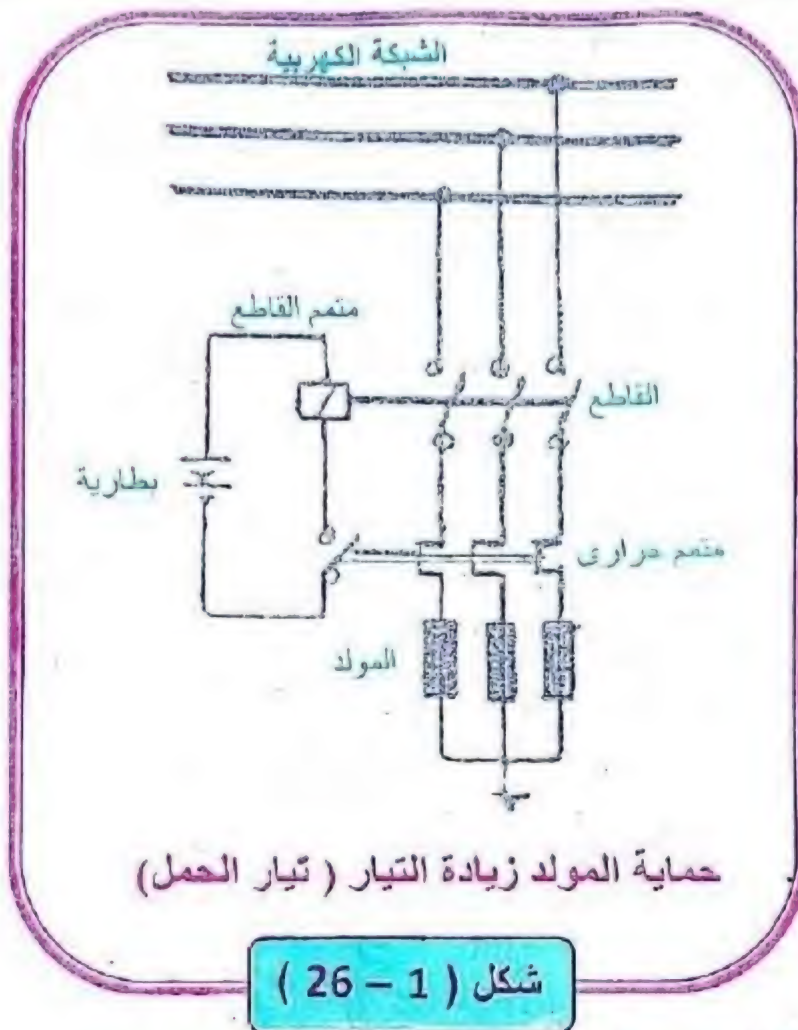
تيار داخل المتتمات . أما عند حدوث خطأ إتصال بالأرض أو قصر بين الأوجه وبعضها فإنه يمر فى ملفات المتتمات تيار يساوى الفرق بين التيارين على جانبي أوجه المولد وبالتالي يعمل على تشغيل المتتمات وهذه بدورها تقوم بتشغيل القاطع الكهربى الذى يقوم بفصل المولد عن الشبكة الكهربائية .



2- حماية المولدات ضد زيادة الحمل :

تستخدم المتتمات الحرارية لحماية المولدات ضد زيادة التيار وشكل (1-26) يوضح دائرة حماية مولد ضد زيادة تيار الحمل .

عند زيادة الحمل على المولد فإن المتتم الحرارى يعمل على غلق دائرة ملف القاطع الأتوماتيكى فتكتمل دائرته ويقوم بفتح دائرة المولد وفصله عن الشبكة الكهربائية .

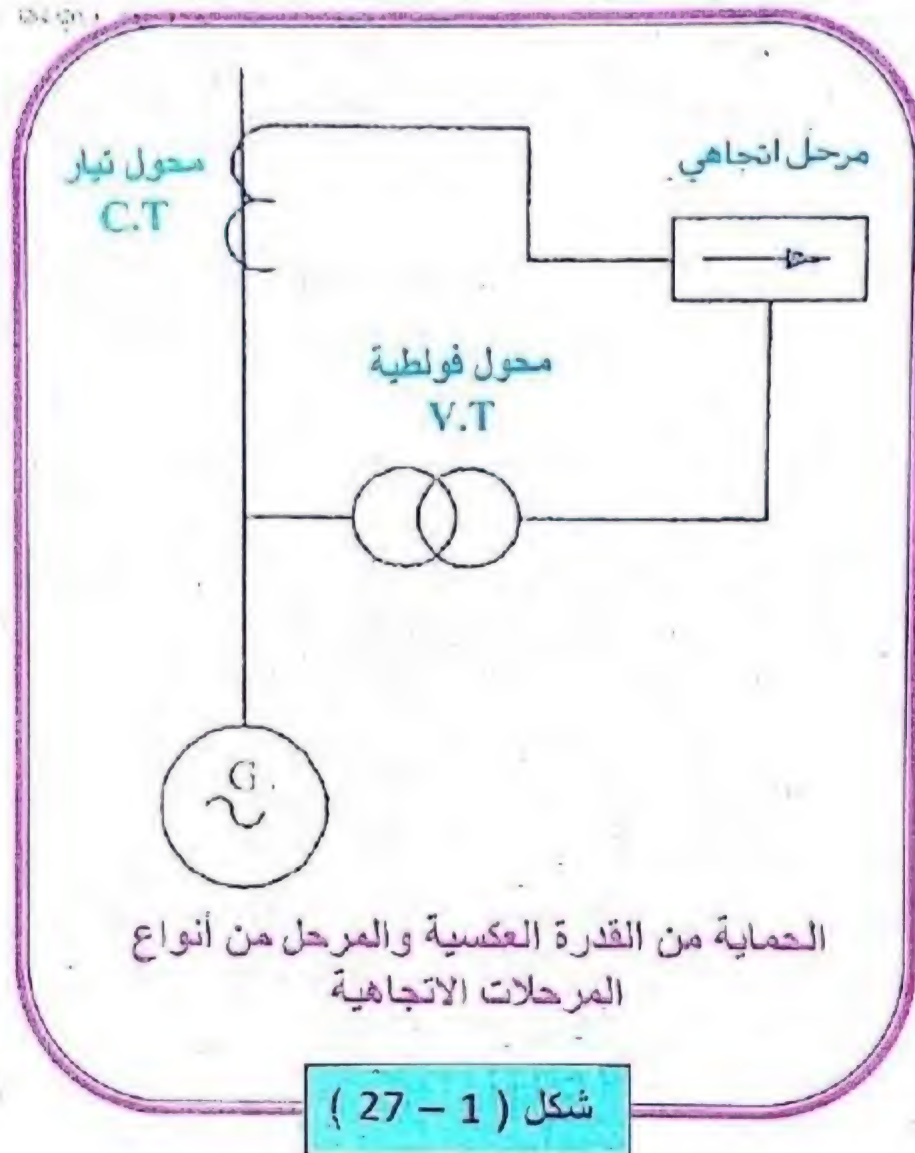


3 - الحماية ضد انعكاس القدرة :

فى أثناء التشغيل الطبيعى للنظام الكهربى تنساب القدرة المولده من وحدة التوليد إلى الشبكة الكهربائية ، وفى حالة تباطؤ المحرك الميكانيكى الذى يدير المولد الكهربى أو توقفه ، ينعكس انسياب القدرة ، ليصبح من الشبكة إلى المولد ، فيعمل بوصفه محركاً توافقياً .

وتوصل الحماية للتغذية العكسية إليه باستعمال متعم (مرحل) القدرة العكسية للمولد ، لمنع رجوع التغذية إليه .

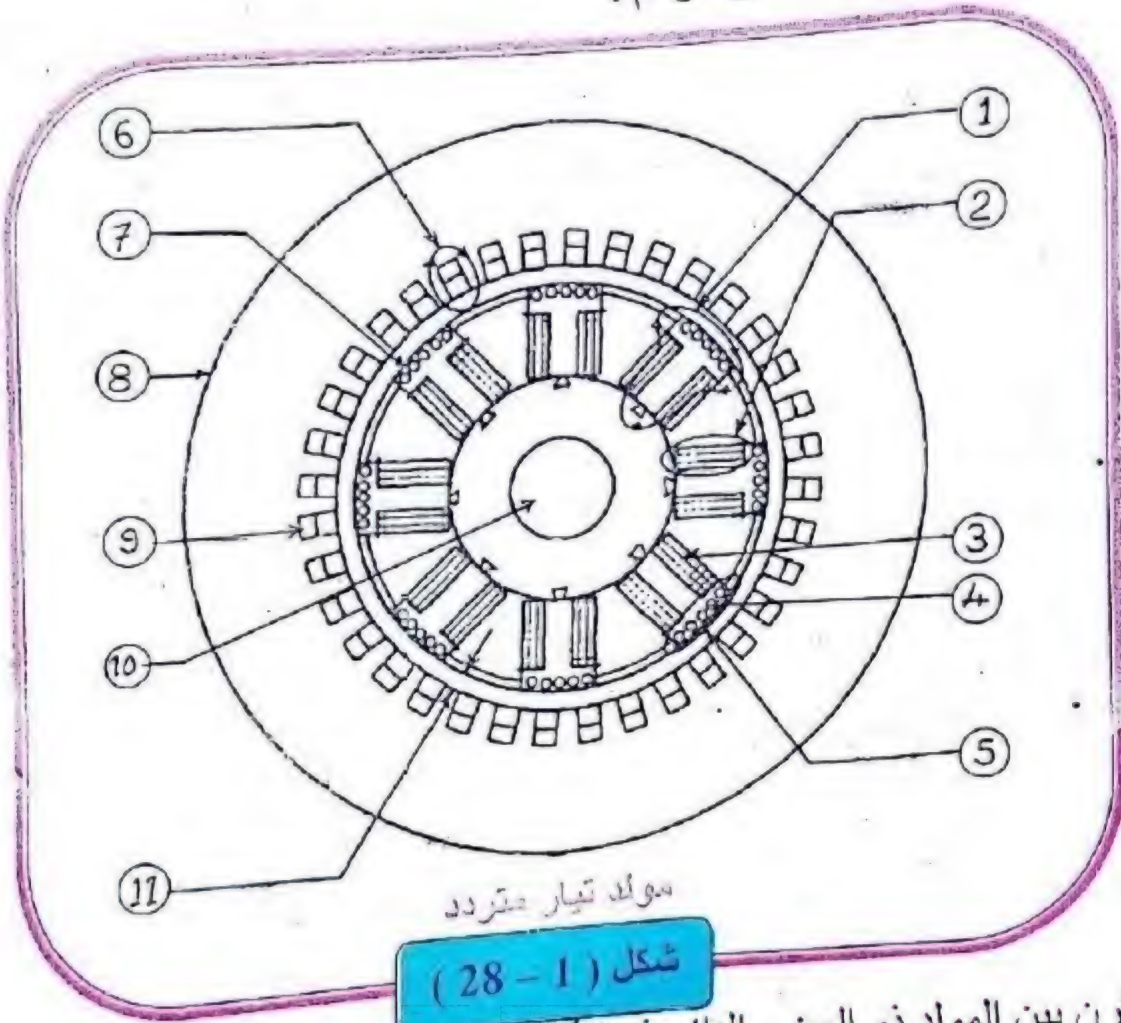
ومتعم التغذية العكسية هو مرحل اتجاهى ، مصدر تغذيته التيار الخارج أو الداخل للمولد وفولطية أطراف المولد ، كما هى واضح فى الشكل (1-27) وهو شبيه بحماية زيادة التيار ، إلا أن قدرة بدء تشغيل مرحل (متعم) القدرة العكسية تكون عادة 1% من القدرة الاسمية للمولد ، وزمن التشغيل بحدود (1) ثانية فى وحدات التوليد البخارية الكبيرة ، ولكن فى وحدات توليد الديزل ، يتراوح زمن عمل مثل هذه المتعمات (المرحلات) بين (5) ثوان و (30) ثانية



أسئلة على المولدات التوافقية

1- أذكر نظرية عمل المولد الكهربى . ثم أذكر مع الرسم تركيب المولد التوافقى مع بيان وظيفة كل جزء .

2- شكل (1-28) يحد مولد تيار متغير - حدد نوع هذا المولد ؟ ثم أذكر ما تدل عليه الأسماء والأرقام الموضحة على الرسم .



3- قارن بين المولد ذو العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة والعضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة .

4- تربين بخارى سرعته 1500 لفة/دقيقة وآخر تربين مائى سرعته 100 لفة/دقيقة اختر نوع المولد الذى يعمل مع كل منهما . وإذا علمت أن التردد الناتج 50 Hz احسب عدد أقطاب كل منهما .

- 5- اختر الإجابة الصحيحة بين القوسين
عند انخفاض جهد المولد التوافقي عن الشبكة يكون السبب هو (.....أوأو.....)
- 6- أذكر مميزات المنتج الثابت في مولدات التيار المتغير ذات الجهد العالي .
- 7- أذكر أنواع تغذية الأقطاب في المولدات التوافقية ، ثم اشرح مع الرسم كيفية الحصول على أقطاب مغناطيسية متعاقبة في المولد .
- 8- اشرح مع الرسم كيف يمكن تغذية أقطاب مولد توافقي عالي القدرة باستخدام المولد المغذى ؟ وما عيوب هذه الطريقة ؟
- 9- اشرح مع الرسم طريقة التغذية المركبة لأقطاب مولد متزامن .
- 10- اشرح مع الرسم طريقة التغذية بدون فرش في مولدات التيار المتردد التوافقية
- 11- اذكر العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية المستنتجة في المولدات التوافقية .
- 12- ما هي العوامل التي تؤثر على قيمة جهد المولد ؟
- 13- أذكر المتاعب التي تنتج من عدم تنظيم الجهد للمولدات التزامنية (التوافقية) .
- 14- ما هو تأثير معامل القدرة على جهد أطراف المولد ؟
- 15- لماذا توصل المولدات للعمل معاً على التوازي ؟
- 16- أذكر شروط توصيل المولدات معاً على التوازي (عملية التوافق) وكيف يمكن تحقيقها ؟
- 17- اشرح مع الرسم عملية التوافق باستخدام :
أ - المصابيح المظلمة
ب- محول التوافق
ج - جهاز التوافق
د - التوافق الذاتي (الأوتوماتيكي)
- 18- أذكر تسلسل عملية التوافق لإدخال مولد بالشبكة
- 19- أذكر تسلسل عملية فصل مولد من الشبكة
- 20- اشرح مع الرسم كيفية الحماية التفاضلية لمولد ثلاثي الأوجه ذي منتج ثابت موصل نجمة .
- 21- اشرح مع الرسم كيفية الحماية التفاضلية لمولد تيار متغير وجه واحد
- 22- وضح طريقة لحماية المولد ضد زيادة الحمل
- 23- كيف تم حماية المولد المتغير ضد انعكاس القدرة

أسئلة الاختيار من متعدد :

- 1- معظم المولدات التوافقية تستخدم
 أ - عضو الاستنتاج الدائر
 ب - عضو الأقطاب الثابت
 ج - الأقطاب عضو دائر
 د - غير ذلك
- 2 - العضو الثابت في المولد التوافقي يشبه تماماً العضو الثابت في
 أ - مولد التيار المستمر
 ب - المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه
 ج - المحرك الاستنتاجي وجه واحد
 د - غير ذلك
- 3- ملفات المجال في المولد التوافقي تغذى بتيار
 أ - D.C
 ب - A.C
 ج - D.C ، A.C معاً
 د - غير ذلك
- 4- المولدات التوافقية ذات السرعة البطيئة تدار بواسطة
 أ - تربينات هيدروليكية
 ب - آلات ديزل
 ج - تربينات بخارية
 د - غير ذلك
- 5- عدد الذبذبات المتولدة من مولد توافقي 6 أقطاب لدورة واحدة هي ذبذبة
 أ - 3
 ب - 6
 ج - 50
 د - 12
- 6- السرعة التي يجب أن يدار بها مولد 4 قطب ليولد 50 Hz هي
 أ - 100 لفة/د
 ب - 500 لفة/د
 ج - 1500 لفة/د
 د - 3000 لفة/د
- 7- عند تغذية المولد بتغذية منخفضة فإن المولد يعطي
 أ - VAR تأخر
 ب - VAR تقدم
 ج - KW
 د - VA
- 8- يعبر عن القدرة المقتنه للمولد بـ
 أ - HP
 ب - KW
 ج - KVA
 د - K VAR

- 9- إذا تغيرت سرعة المولد من 300 لفة/د إلى 1500 لفة/د فإن ق.د.ك/وجه تصبح ...
 أ - النصف
 ب - الضعف
 ج - 4 أضعاف
 د - الربع
- 10- يتحدد معامل القدرة للمولد ب.....
 أ - السرعة
 ب - الحمل
 ج - التغذية
 د - المحرك الأساسي
- 11- تقوم منظمات الجهد الأتوماتيكي بالعمل في حالة
 أ - تغذية المولدات
 ب - توصيل الأحمال بالمحول
 ج - حدوث تغير في قيم الأحمال الموصلة بشبكة التغذية
 د- غير ما سبق
- 12- توصل منظمات الجهد الأتوماتيكي
 أ- بدوائر شبكات الخطوط الهوائية
 ب- بدوائر تغذية ملفات الأقطاب بالمولدات
 ج - بدوائر المحولات الكهربائية
 د- غير ما سبق ذكره
- 13- ارتفاع درجة حرارة المولد . السبب هو
 أ - معامل القدرة متقدم
 ب - نقص تيار التغذية
 ج - زيادة الحمل على المولد
 د - الملفات موصلة نجمة بدلا من توصيلها دلتا أو العكس
- 14- جهد المولد أعلى من الجهد المقتن مع دورانها بالسرعة المقتنه . والسبب هو
 أ - زيادة تيار التغذية
 ب - قصر في دائرة المغذى
 ج - عطل في دورة التبريد
 د - عيب في جهاز الفولتميتر

2 - 1 مقدمة :

يسمى المحرك التوافقى أيضاً بالمكثف التوافقى Synchronous Condenser وهو محرك توافقى يشبه تماماً من حيث التركيب المولد التوافقى بالإضافة إلى ملفات مساعدة للحصول منها على عزم بدء حركة له . ويعمل المكثف التوافقى عند اللاحمل مع التحكم فى تيار الإثارة (تغذية الأقطاب) فى حدود واسعة . وبهذه الطريقة يمكن تغيير القدرة المفاعله KVAR التى يعطيها المحرك التوافقى إلى الشبكة الكهربائية أو التى يأخذها منها .

ويمكن القول أن المحرك التزامنى (التوافقى) : هو آلة كهربية تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية وبسرعة ثابتة هى سرعة التوافق ومن ذلك جاءت تسميته بالمحرك التوافقى أو المتزامن أى متزامن فى سرعته مع سرعة المجال المغناطيسى .

2 - 2 تركيب المحرك التوافقى :

تركيب المحرك التوافقى مثل تركيب مولد التيار المتردد التوافقى تماماً (السابق شرحه) **العضو الثابت Stator** ويتكون من :

1- الهيكل الخارجى: يصنع من الحديد الزهر أو الواح الصلب الملحومة مع بعضها وفائدته حمل رقائق العضو الثابت .

2- رقائق العضو الثابت: وهى من الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وتجمع ويوجد فى محيطها الداخلى مجارى يوضع بها الموصلات النحاسية المعزولة وهى غالباً تلف ثلاثية الأوجه وتغذى بالتيار المتغير .

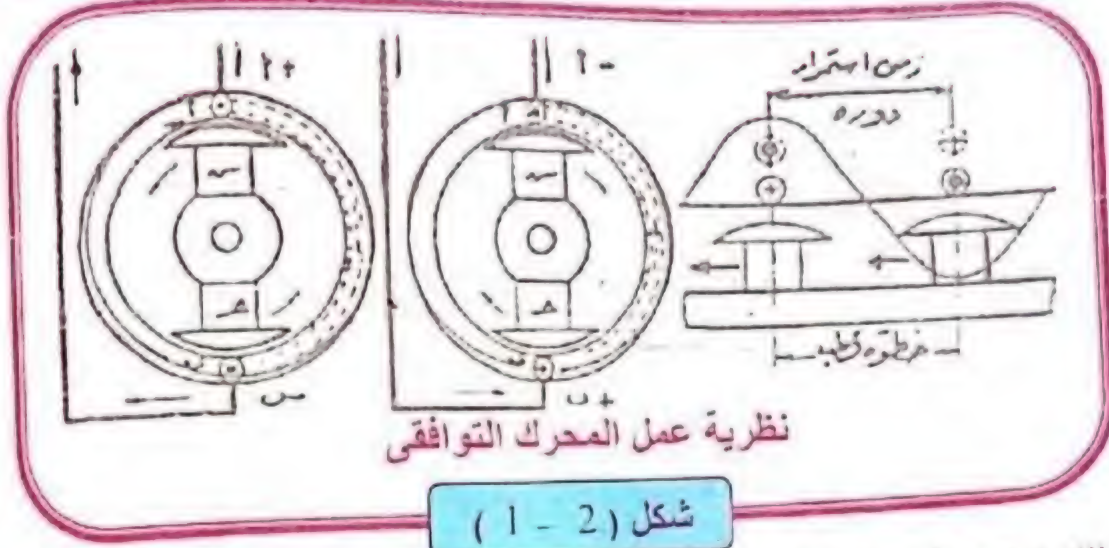
العضو الدائر Rotor وينقسم إلى نوعين :

1- العضو الدائر ذو الأقطاب البارزة : وهو مكون من حدافة مثبت على محيطها الخارجى الأقطاب وتغذى بالتيار المستمر (سبق شرحها فى المولدات)

2- العضو الدائر ذو الأقطاب الغاطسة : مكون من اسطوانة من رقائق الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وبسطحها الخارجى مجارى بها ملفات الأقطاب وتترك مسافات بدون مجارى تمثل الأقطاب وتغذى ملفات الأقطاب بالتيار المستمر ويختلف عدد أقطاب العضو الدائر باختلاف سرعة المحرك وتردده .

2 - 3 نظرية عمل المحرك التوافقى :

يوضح شكل (2-1) نظرية عمل المحرك التوافقى حيث أن المجال الناشئ عن أى وجه من الأوجه الثلاثة يتبع موجه جيبيية ، فإذا وضعنا تحت هذا المجال قطبى مغناطيس ثابت شمالى (ش) وجنوبى (ج) فإنه ينشأ عزم دوران عندما يكون القطب الشمالى تحت نصف الموجه الموجب فرضاً فى اتجاه عقارب الساعة وينشأ عزم دوران فى الاتجاه المضاد عندما يكون القطب الشمالى تحت نصف الموجه السالب .



ومن ذلك نستنتج أن عزم الدوران المحصل مساوياً للصفر ولكي يستمر عزم الدوران في اتجاه واحد يجب أن يظل القطب الشمالي تحت نصف الموجه الموجب باستمرار وهذا لا يحدث إلا إذا تحرك القطب الشمالي بنفس سرعة المجال المغناطيسي ، ومن ذلك نستنتج أنه لكي تحدث الحركة في المحرك التوافقي يجب بدء حركته أولاً بسرعة تساوي سرعة المجال الدائر.

2 - 1 بدء حركة المحرك التوافقي (بواسطة مساعد خارجي)

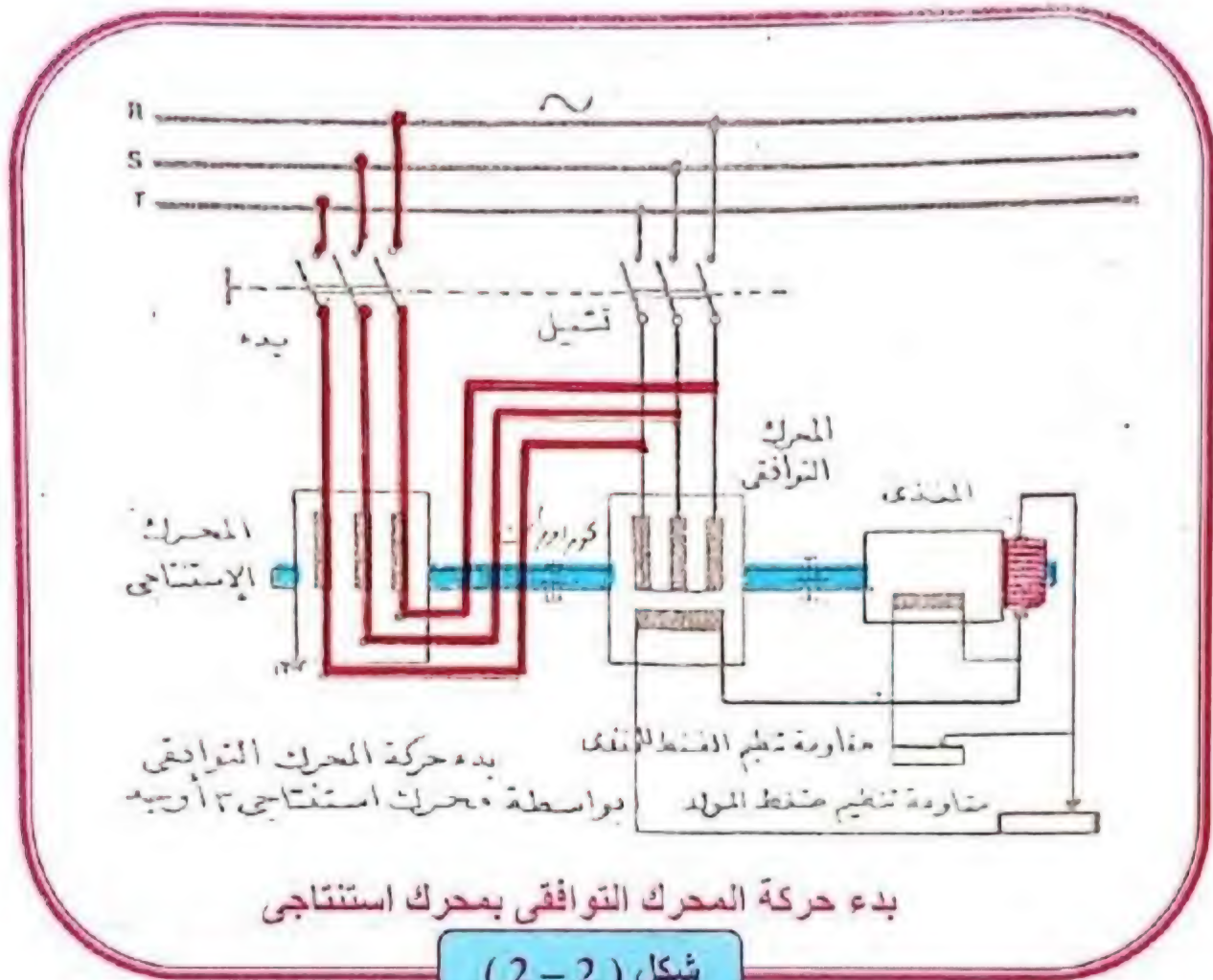
واضح من نظرية عمل المحرك التوافقي أن الأقطاب المغناطيسية (العضو الدائر) يجب أن تدور بسرعة تساوي سرعة دوران المجال الدائر لكي يستمر المحرك في الدوران ولذلك تستخدم إحدى الطرق الآتية :

- 1- عن طريق محرك مساعد خارجي
- 2- بمحرك استنتاجي مثبت داخل المحرك التوافقي

أولاً : طريقة بدء حركة المحرك التوافقي بمحرك مساعد خارجي :

يوضح شكل (2-2) طريقة تركيب محرك مساعد (محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه) على محور المحرك التوافقي بحيث نختر المحرك الاستنتاجي بعدد أقطاب يقل عن أقطاب المحرك التوافقي بمقدار قطبين لكي يصل المحرك التوافقي إلى سرعة التوافق وهو غير محمول ثم تغذى أقطاب المحرك التوافقي بالتيار المستمر ثم تجري عملية التوافق بين أطراف المحرك التوافقي والشبكة كما يحدث في المولدات ثم يدخل المحرك التوافقي في الدائرة في نفس الوقت الذي يتم فيه فصل المحرك الاستنتاجي. ولكي لا تجري عملية التوافق للمحرك فقد عدلت هذه الطريقة بتوصيل أطراف المحرك التوافقي بالتوالي مع نهايات ملفات المحرك الاستنتاجي وبذلك يبدأ المحرك التوافقي الحركة مكونا المجال الدائر الذي يقوم بزيادة السرعة

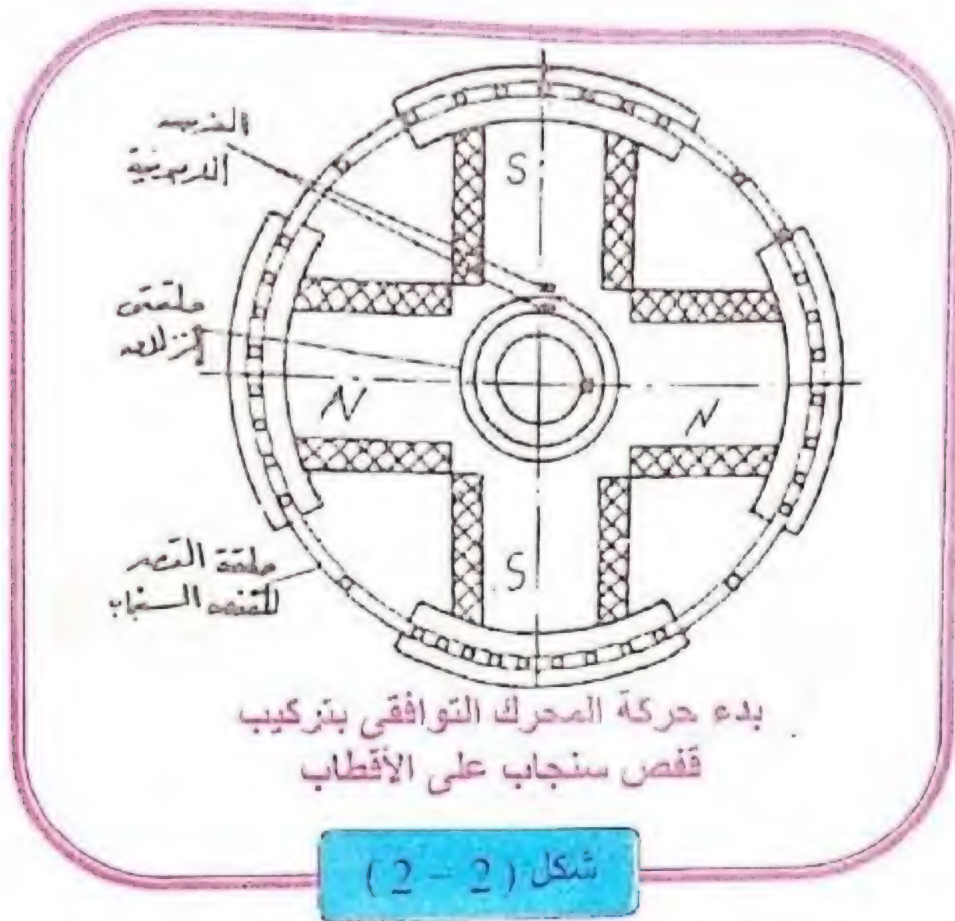
آلات كهربائية ووقائية



وبتغذية أقطاب المحرك التوافقى بالتيار المستمر من المغذى المركب على محور دوران المحرك التوافقى يتولد عزم الدوران وبذلك يمكن غلق مفتاح تشغيل المحرك التوافقى وفصل المحرك الاستنتاجى ليستمر المحرك التوافقى دائراً بالسرعة التوافقية (التزامنية) سرعة المجال الدائر .

ثانياً : بدء حركة المحرك التوافقى بالمحرك الاستنتاجى المكون داخل أقطاب المحرك التوافقى :

يوضح شكل (2-3) هذه الطريقة حيث يتم تركيب أسياخ قفص سنجاب فى أوجه أقطاب المحرك التوافقى وبذلك يوصل المحرك بالمنبع مباشرة ويبدأ الحركة كأنه محرك استنتاجى قفص سنجاب ، وعند وصول المحرك إلى أقصى سرعة له يتم تغذية الأقطاب بالتيار المستمر



شكل (2 - 2)

مهم جداً مراعاة الآتي عند استخدام هذه الطريقة :

- 1- يجب عدم قصر أطراف ملفات الأقطاب لأنه يستنتج بها تيار كبير يسبب تولد عزم مضاد يسبب فرملة العضو الدائر عندما تصل سرعته إلى سرعة التوافق
 - 2- يجب توصيل مقاومة مادية بحتة بملفات الأقطاب وقيمتها تساوي من 10 - 15 مرة ضعف قيمة مقاومة ملفات الأقطاب (قبل التغذية بالتيار المستمر) وذلك للحد من التيار المستنتج بها نتيجة قطع المجال الدائر لها .
- خطوات تشغيل المحرك التوافقي عند استخدام محرك خارجي منفصل لبدء تشغيل المحرك التوافقي :

- 1- يدار المحرك الاستنتاجي ليدير المحرك التوافقي
- 2- يغذى أقطاب المحرك التوافقي بالتيار المستمر
- 3- عند توافق المحرك لحظياً مع المنبع يغذى العضو الثابت بالتيار المتردد من المنبع
- 4- يفصل المحرك الاستنتاجي الصغير

٢-٢-٣ خواص المحرك التوافقي

Synchronous Motor Characteristics

نعلم أن عزم الدوران في المحرك التوافقي ينشأ من المجالين الآتيين :

1- المجال الدائر الناشئ في ملفات العضو الثابت وهو يتوقف على جهد المنبع و تيار الحمل

2- المجال المغناطيسي الناشئ في الأقطاب المغناطيسية والذي يتولد عنه قوة دافعة كهربية مضادة في ملفات العضو الثابت

فعند تحميل المحرك نجد أن أقطاب العضو الدائر والتي تدور بنفس سرعة المجال الدائر تحاول التخلص من هذا الارتباط وبذلك تنشأ زاوية تخلف كهربية بين (ق.د.ك) المضادة وجهد المنتج تسمى زاوية الحمل حيث أنها تزيد مع زيادة الحمل إلى مقدار يجعل المحرك يخرج عن سرعة التوافق وينشأ عزم مضاد يعمل على فرملة المحرك التوافقي .

عزم الانقلاب للمحرك التوافقي :

يسمى العزم المضاد الذي عنده يتوقف المحرك عن الحركة تماماً بعزم الانقلاب

تأثير تيار الأقطاب على المحرك التوافقي عند حمل ثابت :

(منحنيات V - V Curves) :



إذا حمل المحرك التوافقي بحمل ثابت وكانت :

- 1- تغذية الأقطاب صغيرة نسبياً فإن المحرك يدور عند معامل قدرة متأخر ونلاحظ على المنحنى شكل (2-4) زيادة تيار الحمل كلما قل تيار تغذية الأقطاب .
- 2- بزيادة تيار تغذية الأقطاب يتحسن معامل القدرة ويقل تيار الحمل إلى أدنى حد له عندما يكون معامل القدرة يساوى الوحدة كما هو مبين على المنحنى
- 3- بزيادة تيار تغذية الأقطاب يزيد تيار الحمل مرة أخرى ولكن فى هذه الحالة يكون معامل القدرة متقدماً ، وهذه الحالة مهمة جداً فى تشغيل المحرك كمغير وجه . حيث منحنى (1) عند حمل كامل ومنحنى (2) عند نصف الحمل ومنحنى (3) عند عدم التحميل .

استعمالات المحرك التوافقي :

- 1- يستخدم المحرك التوافقي فى حالة الأحمال التى تتطلب قدرات كهربية كبيرة
- 2- يستخدم المحرك التوافقي فى تشغيل الآلات التى تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل مراوح التهوية الضخمة فى التكييف المركزى والضواغط (Compressors) والمضخات (Pumps) ومولدات التيار المستمر لثبات سرعتها
- 3- يستخدم فى المصانع والمواقع التى تكثر بها المحركات الحثية وذلك لتحسين معامل القدرة مما يسبب فى تقليل الفاقد فى القدرة الكهربائية

مزايا المحرك التوافقي :

- 1- يعمل عند معامل قدرة كبير متقدم
- 2- يعمل بكفاءة عالية
- 3- عدم تأثره بذبذبات الجهد
- 4- يدور بسرعة ثابتة تماماً (السرعة التوافقية)

عيوب المحرك التوافقي :

- 1- يحتاج إلى نوعين من التيار الكهربى : تيار مستمر لتغذية الأقطاب وتيار متغير للتشغيل لتغذية العضو الثابت
- 2- سرعته ثابتة مهما تغيرت الأحمال
- 3- يتوقف عن الدوران كلياً فى حالة الأحمال الكبيرة
- 4- العيب الرئيسى للمحرك التوافقي احتياجه إلى آلية Mechanism لبدء حركته أو دورانه .

عكس حركة المحرك التوافقى :

يتم عكس حركة المحرك التوافقى بعكس اتجاه دوران محرك البدء كالاتى :
 أولاً : فى حالة استخدام محرك استنتاجى خارجى لبدء حركته (بعكس اتجاه المجال الدائر له) وذلك بتبديل طرفين كل مكان الآخر فينعكس اتجاه حركة محرك البدء وبذلك تنعكس حركة المحرك التوافقى .
 ثانياً : فى حالة استخدام محرك استنتاجى داخلى لبدء الحركة (بعكس اتجاه المجال الدائر له) وذلك بتبديل طرفين من الثلاثة أوجه المغذية كل مكان الآخر .

2 - 6 المحرك التوافقى كمحسن لمعامل القدرة :

يعمل المحرك التوافقى كمكثف توافقى عند الالحمل مع التحكم فى تيار الإثارة (تغذية الأقطاب) فى حدود واسعة . وبهذه الطريقة يمكن تغيير القدرة المفاعلة KVAR التى يعطيها المحرك التوافقى إلى الشبكة الكهربائية أو التى يأخذها منها . ويؤدى تغيير التيار المفاعل فى نظم الشبكات الكهربائية إلى تغيير الفقد فى الفلطية فى خط النقل الكهربائى الذى يوصل به المحرك التوافقى ويستخدم المحرك التوافقى فى نظم القوى الكهربائية لغرضين :

1- لتحسين معامل القدرة $\cos\phi$

2- لتنظيم جهد خطوط النقل وشبكات التوزيع

ولتحسين معامل القدرة فإن المكثف التوافقى (المحرك التوافقى) يعمل عند تغذية زائدة لأقطابه ولهذا يستهلك من الخط تيار سعوى ويعوض بذلك التيار المتأخر للمحركات الاستنتاجية والمحولات .

أسئلة على المحرك التوافقي

- 1- اشرح مع الرسم تركيب المحرك التوافقي
 - 2- اشرح مع الرسم نظرية تشغيل المحرك التوافقي
 - 3- اذكر مع الرسم طرق بدء حركة الحركة للمحرك التوافقي
 - 4- ما تأثير تغذية الأقطاب على خواص المحرك التوافقي
 - 5- وضح مع الرسم العلاقة بين تيار تغذية الأقطاب وتيار الحمل للمحرك التوافقي
 - 6- أذكر تسلسل خطوات تشغيل المحرك التوافقي
 - 7- هل يعمل المحرك التوافقي عند معامل قدرة متقدماً أم متأخراً؟
 - 8- أذكر على ما تتوقف سرعة المحرك التوافقي
 - 9- هل المحرك التوافقي يعتبر من المحركات ثابتة السرعة ؟
 - 10- ما هي خواص المحرك التوافقي ؟
 - 11- أذكر مميزات وعيوب المحرك التوافقي
 - 12- علل لما يأتي :
- أ- يدور المحرك التوافقي بسرعة التوافق
 - ب- يسمى المحرك التوافقي بالمكثف المتزامن
 - ج- إذا زاد الحمل على المحرك التوافقي يقف كلياً عن الدوران
 - د- لا يدور المحرك التوافقي ذاتياً إذ لا بد من وسيلة خارجية لبدء حركته
 - هـ - يتم توصيل مقاومة مادية بحثة قيمتها 15 مرة ضعف مقاومة ملفات الأقطاب بملفات الأقطاب قبل التغذية بالتيار المستمر
 - و- يجب عدم قصر أطراف ملفات الأقطاب

المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه Three Phase Induction Motors

يحتوى هذا الباب على :

1-3	مقدمة
2-3	تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بنوعيه
3-3	المجال المغناطيسى الدائر - كيفية إحداث الحركة الميكانيكية
3-4	الانزلاق - تأثير الانزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر
3-5	طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3-6	طرق التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3-7	عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
3-8	حماية المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه ضد (زيادة التيار - انخفاض الجهد - ارتفاع الجهد - تتابع الأوجه)
3-9	أسئلة على المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

3-1 مقدمة :

تعتبر الآلات الاستنتاجية أحد أهم الآلات الكهربائية والتي تستخدم كمحرك في عديد من التطبيقات في الصناعة وفي الأجهزة الكهربائية التي تستخدم في المنازل والمصانع ، والمحركات الاستنتاجية تتكون من عضو ساكن (Stator) وعضو دوار (Rotor) وتتواجد ثغرة هوائية (air gap) بين العضو الساكن والعضو الدوار . وفي المحركات الاستنتاجية يتم تغذية ملفات العضو الساكن من مصدر كهربى ولا يتم تغذية ملفات العضو الدوار ، ولكن تتولد تيارات في ملفات العضو الدوار تنتج بالاستنتاج بواسطة المجال المغناطيسى الناتج من ملفات العضو الساكن عند مرور التيارات بها . وذلك هو السبب في تسمية تلك الآلات بالآلات الاستنتاجية .

ويختلف المحرك الاستنتاجى عن المحركات الكهربائية الأخرى في أنه لا يوجد إتصال كهربى بين ملفات العضو الدوار (الملفات الثانوية) وأى مصدر مباشر للطاقة الكهربائية

3-2 تركيب المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بنوعيه :

تتركب المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه شكل (3-1) من الأجزاء الآتية :

**1- العضو الثابت (Stator):**

أ- الرقائق الحديدية : تصنع من الصلب السليكونى على هيئة دوائر مفرغة من الداخل وتصنع بمحيطها الداخلى مجارى لوضع ملفات العضو الثابت وت عزل هذه الرقائق عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية التى تنتج نتيجة لوضعها فى مجال مغناطيسى متغير ثم تجمع هذه الرقائق وتربط بواسطة مسامير معزولة وتثبت على الهيكل الخارجى بتعشيق غفارى لحمايتها من التأثيرات الميكانيكية .



رقائق من الصلب السليكوني



العضو الثابت

شكل (3 - 2)

ويصنع الهيكل الخارجى من الحديد الزهر أو من الألومنيوم المسبوك حيث أنه لا يمر خلاله أى مجال مغناطيسى . هو فقط لحمل وحماية رقائق العضو الثابت.

ب- الملفات : تصنع من النحاس الأحمر وتشكل على هيئة ملفات توضع فى المجارى بعد عزلها بحيث تكون ثلاث مجاميع ، لكل وجه مجموعة ، ويكون بين بداية الوجه ، والذى يليه زاوية مقدارها 120° وفائدة هذه الملفات توليد المجال المغناطيسى الدائرى (المجال الدوار) .

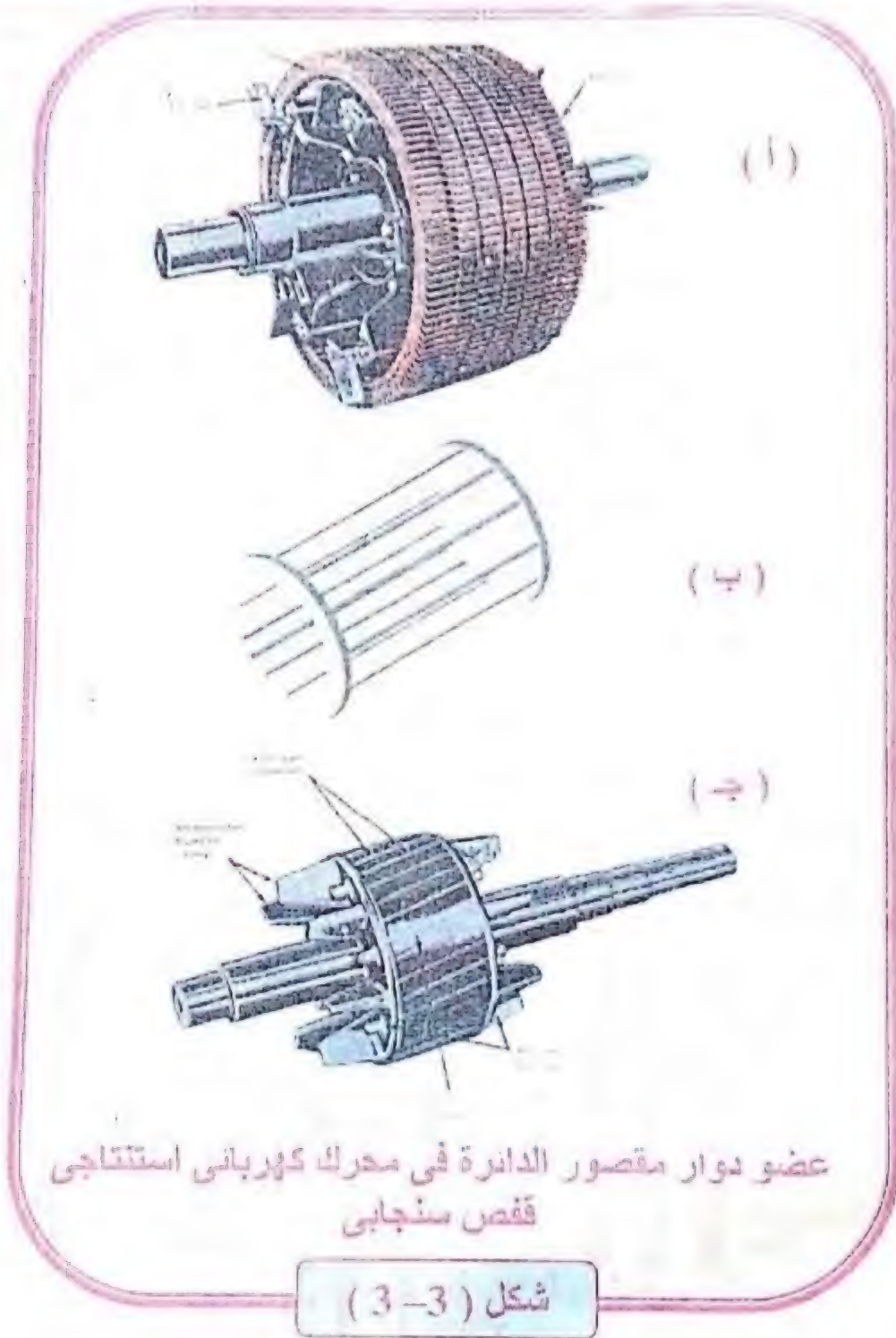
٢- العضو الدائر (Rotor) وهو نوعان :

أ- العضو الدائر ذو القفص السنجابى

ب- العضو الدائر ذو حلقات الانزلاق

أ - العضو الدائر ذو قفص السنجاب : Squirrel Cage Rotor

يتركب من عمود دوران مثبت عليه رقائق قلب العضو الدائر المصنوع من رقائق سمكها 0.5 مم من الصلب السليكونى وهذه الرقائق معزولة عن بعضها بالورنيش لتقليل التيارات الاعصارية وعلى المحيط الخارجى للعضو الدائر توجد مجارى يركب بداخلها قضبان غير معزولة من النحاس الأحمر أو الألومنيوم تقصر من كلا الطرفين بواسطة حلقتين من النحاس أو الألومنيوم حيث تمثل هذه القضبان المقصورة الملف الثانوى وتأخذ شكل قفص السنجاب ويمكن فى القدرات المتوسطة عمل مجارى أسفل المجارى السابقة ليصبح العضو الدائر ذو قفصين سنجابيين لتحسين خصائص المحرك ويمكن فى بعض المصانع أن يصب سبيكة الألومنيوم المنصهر فى مجارى العضو الدائر وكذلك تصب الحلقتين الجانبيتين بحيث تأخذ شكل زعانف مروحية للتهوية . ويمتاز هذا النوع بثبات السرعة تقريباً وندره اعطاله مما يقلل من تكاليف صيانته كما هو موضح بشكل (3 - 3 : أ ، ب ، ج)



شكل (3-3) أ، ب، ج) حيث :

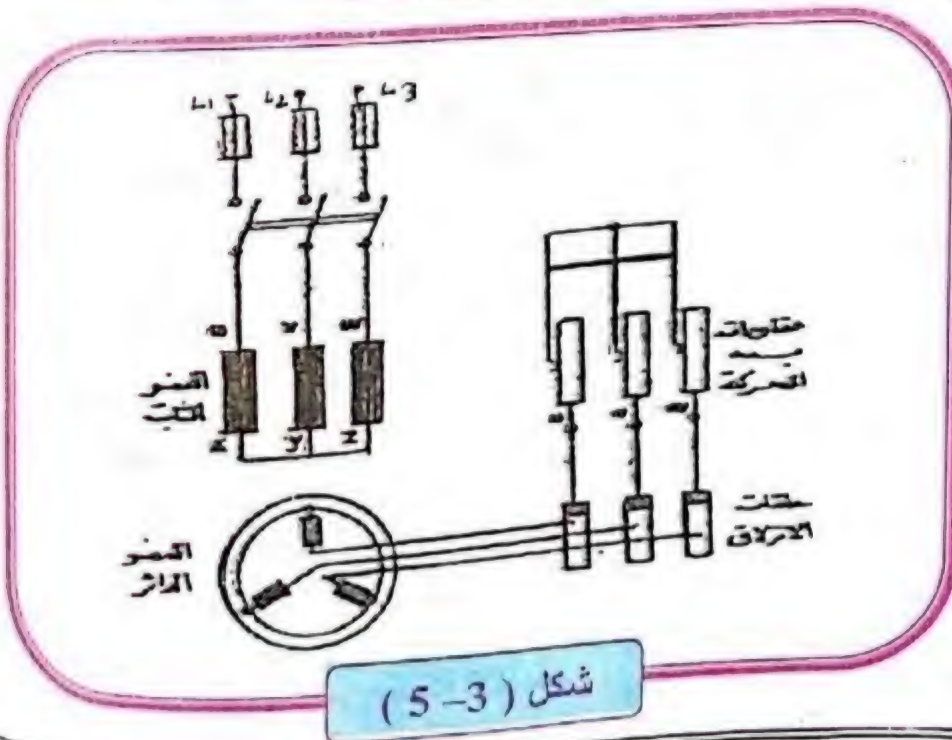
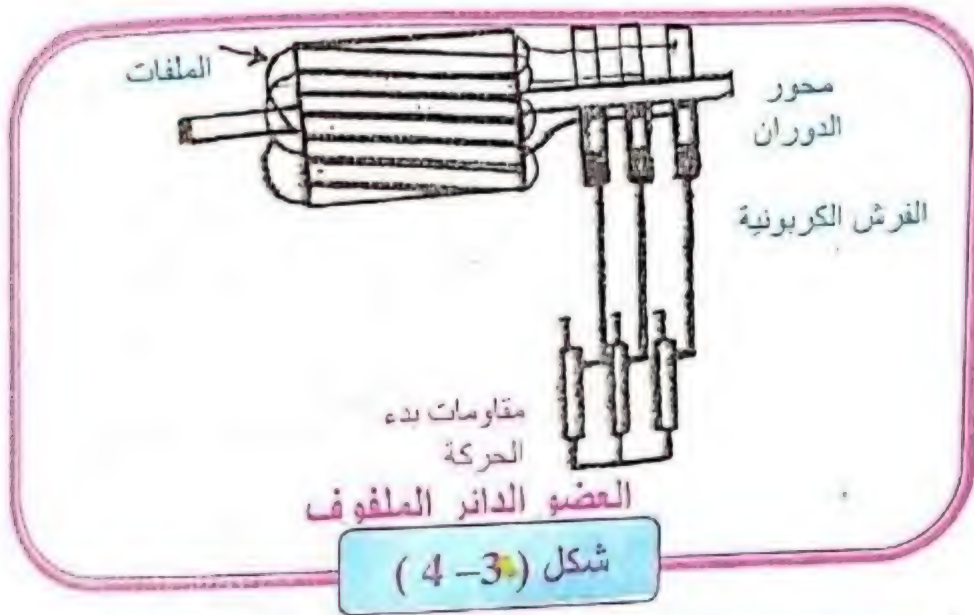
أ - منظور العضو الدائر ذو القفص السنجابي

ب - قفص السنجاب

ج - مع ملف مسكوب من سبيكة الألومنيوم وريش المروحة

ب - العضو الدائر ذو حلقات الانزلاق (Slip Ring Rotor)

(العضو الملفوف) وهو كما في شكل (3-4) يصنع من رقائق الصلب السليكوني على هيئة دوائر مشقوق بمحيطها الخارجى مجارى لوضع الملفات ، وتلف لتكون ثلاثة أوجه موصلة غالباً نجمة وتخرج أطرافها لتتصل بثلاث حلقات نحاسية معزولة عن بعضها وعن محور الدوران تسمى بحلقات الانزلاق . وتسمى ملفات الدائر بالملف الثانوى ويمتاز هذا النوع بعزم بدء كبير ولذا يستخدم فى الأحمال التى تحتاج لعزم بدء كبير مثل الأوناش والمصاعد والآلات الجبر الكهربى . ويبين شكل (3-5) الدائرة الكهربائية لهذا النوع من المحركات



Rotating Field

1-3-3 المجال المغناطيسي الدوار

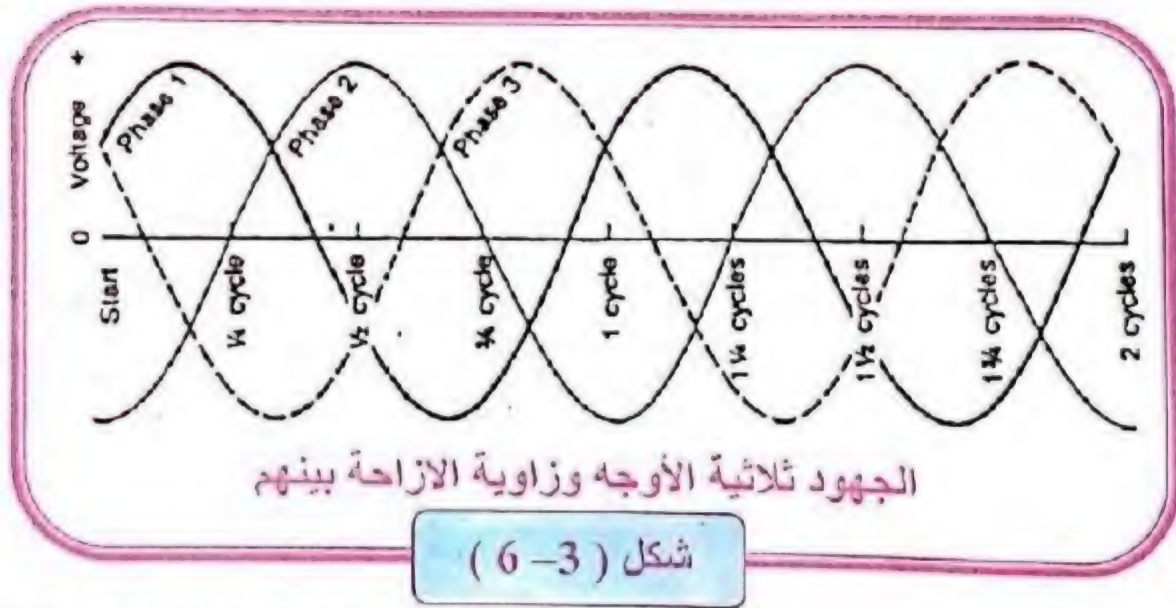
هو مجال متجه يتغير اتجاهه في الفراغ مع الزمن بطريقة دوارة وله مقدار ثابت في أية لحظة ما دامت الأوجه متماثلة.

يمكن الحصول على المجال الدوار من تيار متردد متعدد الأوجه . كما يمكن الحصول عليه من تيار متغير ذو وجه واحد عن طريق ملفين بينهما زاوية 90° كهربية

المجال الدوار الناشئ عن تيار متردد ثلاثي الأوجه :

عند تغذية ملفات العضو الساكن لمحرك ثلاثي الأوجه من مصدر ثلاثي الأوجه ، فإن التيار المار في كل وجه يكون شكله الموجي موجة جيبية . وينتج عن التيار المار في كل وجه من أوجه ملفات العضو الساكن للمحرك مجال مغناطيسي متردد . ويكون تردد المجال المغناطيسي من كل وجه مثل تردد التيار المار في ذلك الوجه . وتتغير شدة واتجاه المجال المغناطيسي الناتج من كل وجه بنفس الطريقة التي يتغير بها التيار الذي ينتج هذا المجال ، أي أن الشكل الموجي للمجال المغناطيسي الناتج من كل وجه هو أيضا موجة جيبية .

وفي حالة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه فإن مصدر الجهد المغذي له ثلاثي الأوجه . أي أن زاوية الإزاحة بين جهد الوجه وجهد الوجه الذي يليه تكون 120° كما هو مبين بشكل (6-3) .



وملفات العضو الثابت في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه تكون موضوعة في مجاري الملفات في قلب العضو الساكن بحيث يكون بين ملف الوجه وملف الوجه الذي يليه 120° ، كما هو موضح بشكل (7-3) الذي يوضح رسم مبسط للعضو الثابت للمحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه وملفاته .

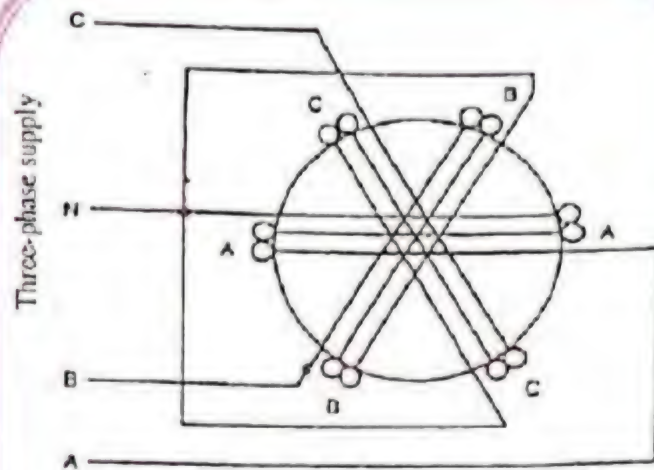
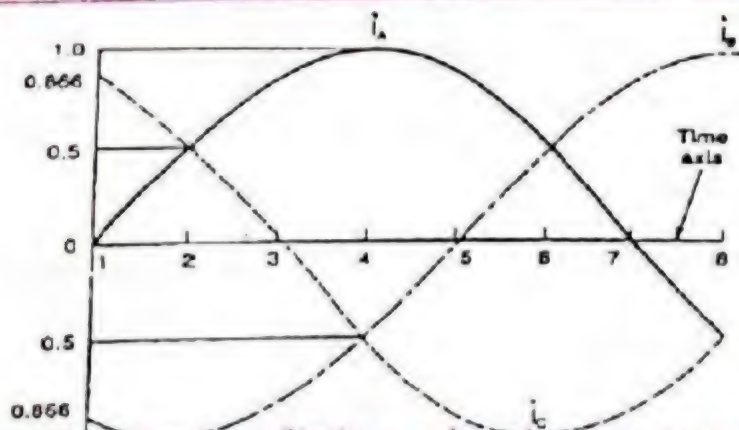


Figure 2.4 Simplified diagram of three phase wye-connected stator.

رسم مبسط للعضو الساكن للمحرك
الحثي ثلاثي الأوجه وملفاته

شكل (3-7)

وعند مرور تيارات مترددة في ملفات الثلاثة للمحرك الاستثنائي ثلاثي الأوجه فإنه ينتج من كل وجه المجال المغناطيسي الخاص به ، ويكون الشكل الموجي لذلك المجال هو موجة جيبية . ويوضح شكل (3-8) التيارات المارة في ملفات الأوجه الثلاثة للعضو الثابت للمحرك حيث (i_A) هو تيار الوجه الأول ، (i_B) هو تيار الوجه الثاني ، (i_C) هو تيار الوجه الثالث وقد تم فرض أن القيمة العظمى لكل موجة تيار من التيارات الثلاثة تساوي 1.0 .



التيارات المارة في الأوجه الثلاثة لملفات المحرك الحثي
ثلاثي الأوجه

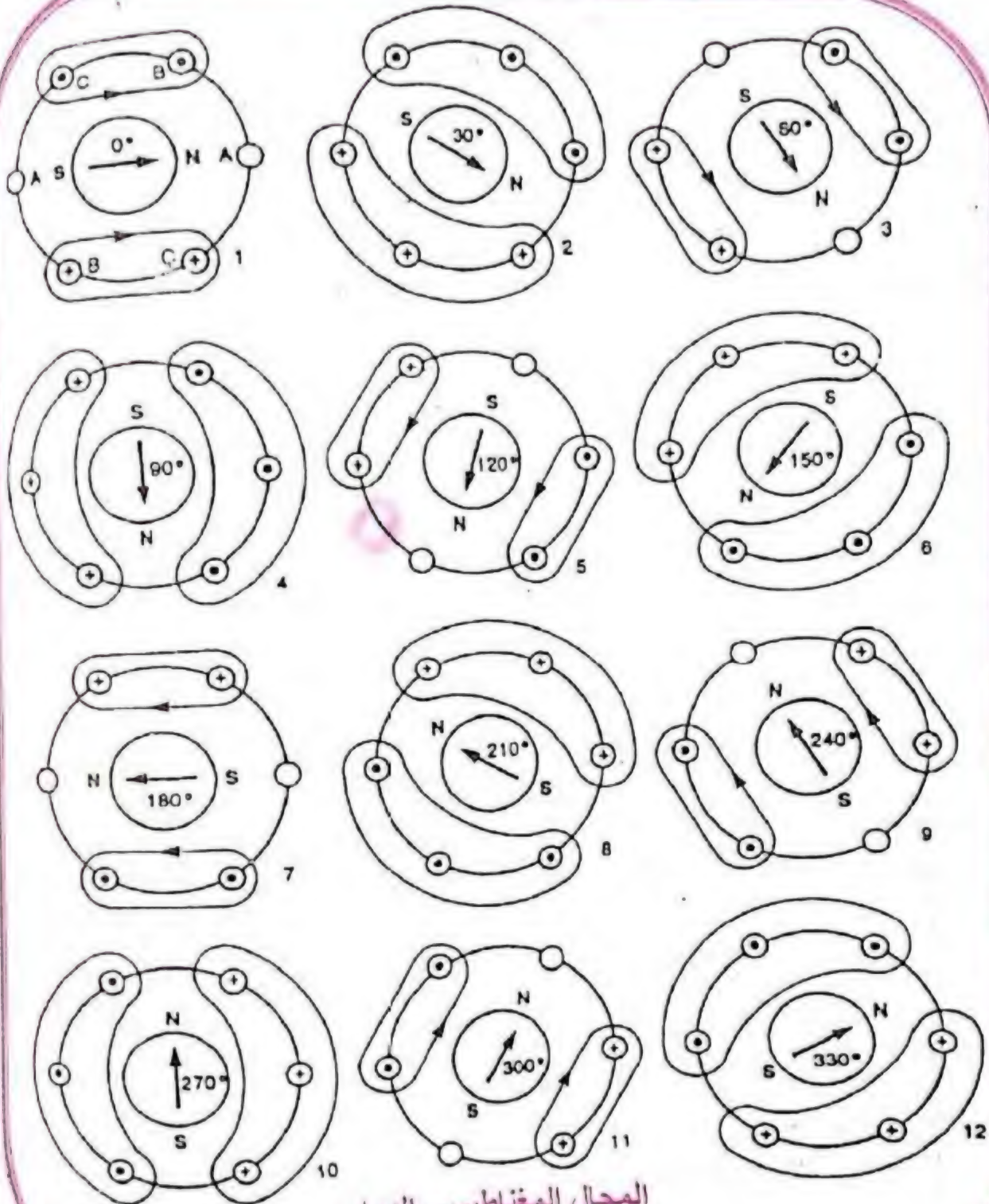
شكل (3-8)

ويوضح شكل (9-3) اتجاهات التيارات في الأوجه الثلاثة والمجالات المغناطيسية الناتجة منهم على فترات متتالية تناظر كل فترة فيها زاوية مقدارها 30° .

ومبين على المحور الأفقى لشكل (8-3) السابق اللحظة المناظرة لبداية كل فترة، حيث الرقم (1) يدل على اللحظة الأولى أى بداية الفترة الأولى، والرقم (2) يدل على بداية الفترة الثانية، وهكذا.

عند اللحظة (1) فى شكل (8-3) السابق فإن التيار فى الوجه (A) يكون صفراً، والتيار فى الوجه (B) يكون (-0.866) أى قيمته سالبة والتيار فى الوجه (C) يكون (0.866) أى إشارته موجبة. وبالتالي فإنه عند هذه اللحظة فإن تيار الوجه (B) وتيار الوجه (C) متساويان فى المقدار ومتضان فى الاتجاه. وبالتالي يمكن تمثيل المجال المغناطيسى الناتج من الأوجه الثلاثة كما هو مبين فى شكل (9-3)(1) والذى يناظر الزاوية صفر ويكون اتجاه محصلة المجالات المغناطيسية للثلاثة أوجه كما هو مبين بالسهم الذى فى منتصف الرسم ويتجه يمينا وعند اللحظة (2) فى شكل (8-3) السابق فإن تيار الوجه (B) تكون قيمته (-1.0) أى إشارته سالبة والتيارات الوجهين (A)، (C) متساوية فى المقدار وقيمة كل منهما (0.5) أى إشارتها موجبة. وبالتالي يمكن تمثيل المجالات المغناطيسية الناتجة من تيارات الأوجه الثلاثة وكذلك محصلتهم كما هو مبين بشكل (9-3)(2). حيث أن محصلة المجالات المغناطيسية للأوجه الثلاثة قد دار بزاوية مقدارها 30° من الوضع المناظر لشكل (9-3)(1) وبتطبيق نفس الأسلوب على اللحظات من (3) حتى (12) فإن المجالات المغناطيسية الناتجة من الأوجه الثلاثة ومحصلتهم عند كل لحظة تكون كما هو موضح فى الأشكال من (9-3)(3) حتى (9-3)(12).

ويتبين من ذلك أن المجال المغناطيسى للمحصلة يدور حول العضو الساكن. والسرعة التى يدور بها هذا المجال تعرف بأنها السرعة التزامنية Synchronous Speed للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه.

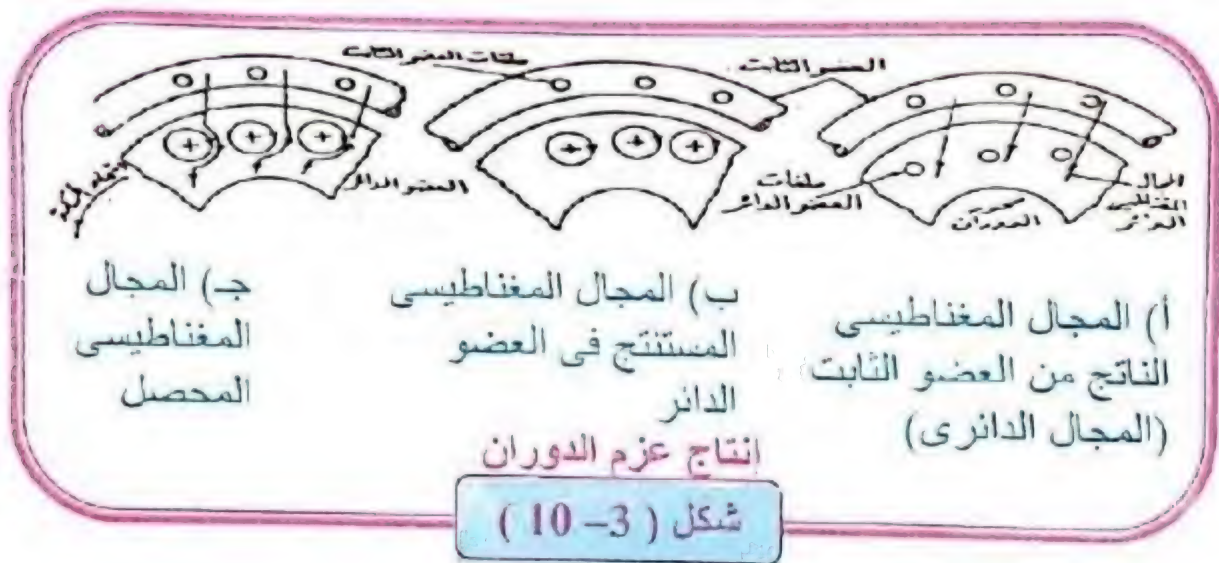


المجال المغناطيسي الدوار

شكل (3 - 9)

2-3-3 كيفية إحداث الحركة الميكانيكية في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه :

في محركات التيار المتردد ثلاثية الأوجه ينشأ مجال ثابت القيمة ولكنه يغير موضعه في اتجاه دورى يسمى المجال الدائر . هذا المجال يناظر الأقطاب المغناطيسية في محركات التيار المستمر شكل (3-10-أ) وهذا المجال يقطع موصلات العضو الدائر فينتج بها قوة دافعة كهربية بالاستنتاج الكهربى تسبب مجال مغناطيسى حلقى حول موصلات العضو الدائر شكل (3-10-ب) يتفاعل مع المجال المغناطيسى الدائر مسببا تولد مجال مغناطيسى محصل شكل (3-10-ج) مسببا حركة العضو الدائر فى اتجاه المجال الدائر . ومن هنا سميت هذه المحركات بالمحركات الاستنتاجية .



1-4-3 الانزلاق Slip

سرعة الانزلاق (n_s) : Speed Of Slip (n_s) : سرعة الانزلاق (n_s) هى الفرق بين سرعة المجال الدائر (n) وسرعة العضو الدائر (n_1) .

$$n_s = n - n_1$$

أى أن :

حيث أن سرعة المجال الدائر (n) تتوقف على عدد الأقطاب $(2P)$ والتردد (f) حيث التردد (ذ / ث) يكون

$$f = \frac{(2P)n}{2 \times 60} = \frac{P \cdot n}{60}$$

$$n = \frac{60 f}{P}$$

(revolution n/minute)

تعريف الانزلاق (S):

هو النسبة بين سرعة الانزلاق إلى سرعة المجال الدائر

$$S\% = \frac{n_s}{n} \times 100 = \frac{n - n_1}{n} \times 100$$

أى أن الانزلاق (S) هو :

$$S = \frac{n - n_1}{n} \dots \dots \dots (1)$$

حيث n : هى السرعة التزامنية = سرعة المجال الدائر

n₁ : هى سرعة العضو الدائر وتقاس بواسطة التاكوميتر

من المعادلة (1) نجد أن :

- فى حالة اللاحمل فإن قيمة الانزلاق تقريباً مساوية للصفر
- فى حالة ما يكون العضو الدائر ساكن (n₁ = 0) أى أن سرعته صفر يكون

$$\text{الانزلاق } S = \frac{n - 0}{n} = 1 \text{ وتكون نسبة الانزلاق } 100\%$$

ومن المعادلة (1) يمكن التعبير عن سرعة العضو الدوار بدلالة الانزلاق بالعلاقة

$$n_1 = n(1 - S)$$

مثال (1-3)

محرك ثلاثى الأوجه قفص سنجاىي تردده 50 ذ/ث والانزلاق 2.5% ،
وعدد أقطابه 4 قطب أوجد سرعة العضو الدائر .

الحل

$$n = \frac{60 f}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ rev/min}$$

سرعة المجال n

$$2.5\% = \frac{n_s}{1500} \times 100$$

نسبة الانزلاق S هى

$$n_s = 2.5 \times 15 = 37.5 \text{ rev/min}$$

$$n_s = n - n_1$$

$$n_1 = n - n_s = 1500 - 37.5 = 1462.5 \text{ rev/min}$$

وحيث أن

مثال (2-3)

محرك تيار متردد استنتاجي ثلاثي الأوجه يعمل على جهد 380 فولت 50Hz وعدد أقطابه 4 قطب وسرعة العضو الدائر له 1450 لفة/د. احسب سرعة الانزلاق والنسبة المئوية للانزلاق لهذا المحرك.

الحل

حيث أن $f = 50 \text{ Hz}$ ، $2P = 4$ ، $P = 2$ ∴ وسرعة العضو الدائر $n_1 = 1450$ لفة/د

$$n = \frac{60 f}{P} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ rev/min}$$

$$n_s = n - n_1 = 1500 - 1450 = 50 \text{ rev/min}$$

$$S = \frac{n_s}{n} \times 100 = \frac{50 \times 100}{1500} = 3.33 \%$$

مثال (3-3)

محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب تردده 50 ذ/ث والانزلاق 4% وسرعة العضو الدائر له 1440 لفة/دقيقة - احسب عدد الأقطاب

الحل

$$S\% = \frac{n_s}{n} \times 100 = \frac{n - n_1}{n} \times 100$$

$$4 = \frac{n - 1440}{n} \times 100$$

$$\therefore n = 1500 \text{ rev/min}$$

$$f = \frac{P n}{60}$$

$$50 = \frac{P \times 1500}{60}$$

$$P = \frac{50 \times 60}{1500} = 2$$

$$\therefore 2P = 2 \times 2 = 4 \text{ Pole}$$

من قانون التردد

عدد الأقطاب (2P)

3-4-2 تأثير الانزلاق على كل من تردد وتيار العضو الدائر :

تتأثر قيمة الجهود التى تتولد بالتأثير فى العضو الدوار عن طريق المجال المغناطيسى الدوار بقيمة الانزلاق الذى يعمل عنده المحرك .

وكذلك يتأثر بالانزلاق تردد تلك الجهود وبالتالي تردد التيارات التى تمر فى ملفات العضو الدوار سواء كانت قضبان مثل تلك التى فى المحركات ذات القفص السنجابى أو ملفات مشابهة لملفات العضو الساكن مثل تلك التى فى المحركات ذات حلقات الانزلاق.

فإذا كان جهد وجه العضو الدوار الناتج بالتأثير من المجال المغناطيسى الدوار عندما يكون العضو الدوار متوقف عن الحركة (أى عندما تكون سرعته صفر) هو E_s فإن جهد الوجه فى العضو الدوار عند أى سرعة أخرى تناظر إنزلاق (S) يكون :

$$E_{2s} = S.E_2 \dots \dots \dots (2)$$

ويتأثر تردد الجهود والتيار فى العضو الدوار بالانزلاق بالعلاقة :

$$f_2 = S.f_1 \dots \dots \dots (3)$$

حيث f_1 هو تردد المصدر الذى يغذى المحرك (f_2) هو تردد جهود وتيارات العضو الدوار .

وعند ثبات التردد (f_1) نستنتج أن تردد العضو الدائر يتناسب طردياً مع الانزلاق أى أن

1- الممانعة الاستنتاجية X_2 تتناسب طردياً مع الانزلاق $\therefore X_2$ تكون أكبر ما يمكن فى حالة السكون حيث يكون الانزلاق يساوى الوحدة

2- ق.د.ك E_2 فى العضو الدائر تتناسب طردياً مع الانزلاق وقيمتها أكبر ما يمكن عند السكون أيضاً

3- يتناسب تيار العضو الدائر (I_2) طردياً مع الانزلاق

4- القدرة الكهربائية (P_2) فى العضو الدائر تتناسب طردياً مع الانزلاق

5- يتناسب عزم الدوران (T) طردياً مع الانزلاق

عندما يكون الانزلاق مساوياً للصفر تكون قيمة العزم مساوية للصفر حيث يكون التيار مساوياً للصفر وكذلك (ق.د.ك) المستنتجة تساوى صفر ، أى تكون سرعة المحرك مساوية لسرعة التوافق.

ومن ذلك نستنتج أن المحركات الاستنتاجية لا تدور بسرعة التوافق حيث أن العزم مساوياً للصفر .

مثال (4-3)

محرك حثي (استنتاجي) ثلاثي الأوجه عدد أقطابه ستة ويتغذى من مصدر تردده 50 Hz احسب تيارات العضو الدوار في الحالات الآتية :
 أ - العضو الدوار في حالة سكون
 ب - المحرك يدور عند سرعة 420 rpm

الحل

∴ عدد أقطاب المحرك $2P=6$ ∴ $P=3$
 السرعة التزامنية n

$$n = \frac{60f}{P} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ rev/min}$$

أ - في حالة سكون المحرك العضو الدائر فإن سرعته صفر أي أن : $n=0$
 وبالتالي يكون الانزلاق

$$S = \frac{n_1 - n}{n} = \frac{1000 - 0}{1000} = 1.0$$

ويكون تردد تيارات العضو الدوار

$$f_2 = S \cdot f_1$$

$$= 1(50) = 50 \text{ Hz}$$

ب - في حالة دوران العضو الدائر بسرعة $n_1 = 420 \text{ rpm}$

$$S = \frac{1000 - 420}{1000} = 0.58$$

وتردد تيارات العضو الدائر f_2

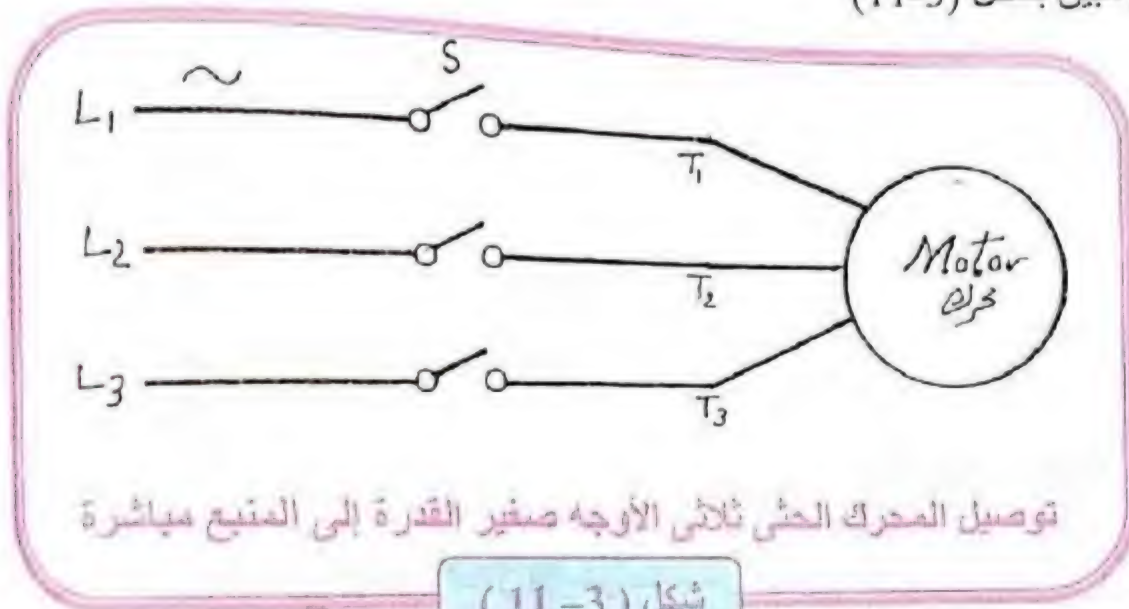
$$f_2 = S \cdot f_1$$

$$= (0.58)(50)$$

$$= 29 \text{ Hz}$$

3-5 طرق بدء حركة المحركات الاستثنائية ثلاثية الأوجه :

عند توصيل أطراف المحرك الاستثنائي ثلاثي الأوجه إلى مصدر الجهد مباشرة كما هو مبين بشكل (11-3)

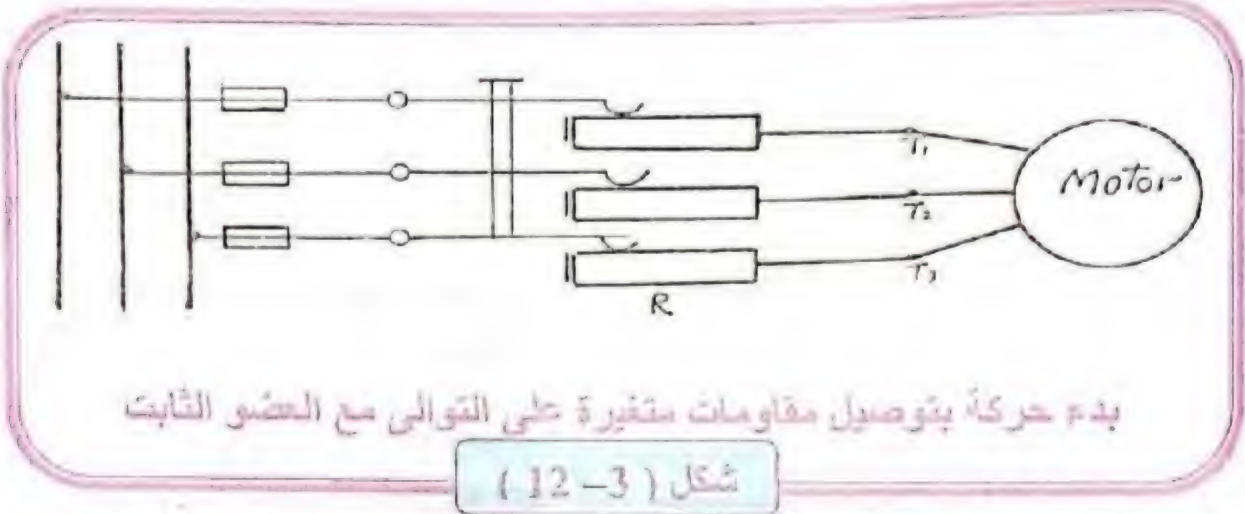


فإن التيار الذي يمر بالمحرك عند بدء الحركة (Starting) مع تسليط الجهد الكامل على أطراف المحرك تكون قيمته كبيرة مما قد يؤدي إلى خفض جهد الشبكة التي يتغذى منها المحرك مما يؤثر تأثيراً سلباً على الأحمال الأخرى التي تتغذى من نفس الشبكة . ولا تكون طريقة بدء حركة المحرك الحثي الثلاثي الأوجه بتوصيله إلى المصدر مباشرة ملائمة إلا إذا كانت قدرة المحرك صغيرة ولا يؤثر تيار البدء على الشبكة تأثيراً ملموساً . أما إذا كانت قدرة المحرك كبيرة فإنه يستلزم إحدى طرق بدء الحركة لتوصيل المحرك إلى المصدر والتي تؤدي إلى خفض التيار الذي يسحبه المحرك من المصدر عند توصيله .

والطرق الشائعة الاستخدام لبدء حركة المحركات الحثية (الاستثنائية) ثلاثية الأوجه هي استخدام مقاومات بدء حركة أو محول ذاتي (نفسى) أو توصيلة نجمة/دلتا أو استخدام ملفات العضو الساكن الجزئية أو باستخدام دوائر الكترونياات القوى وفيما يلي شرح كل طريقة :

أولاً : المحركات ذات عضو دائر نوع قفص السنجاب :

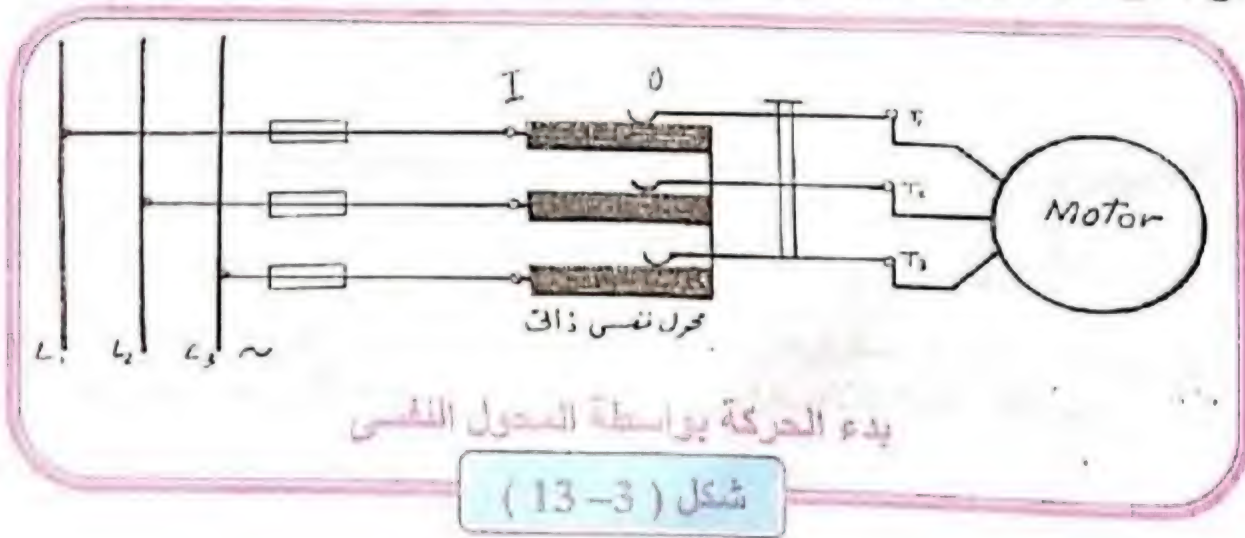
1- طريقة بدء الحركة بتوصيل مقاومات متغيرة على التوالي مع العضو الثابت :
يوضح شكل (3-12) توصيل مقاومات متغيرة على التوالي مع العضو الثابت والغرض هو تقليل الجهد من المصدر على أطراف العضو الثابت ثم يزداد الجهد تدريجياً حتى يصل إلى أقصى قيمة وبذلك تخرج المقاومات من الدائرة نهائياً .



هذه الطريقة مفيدة للبدء السلس للمحركات الصغيرة فقط سواء كانت دلتا أو نجمة

2- طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب بواسطة المحول الذاتي :

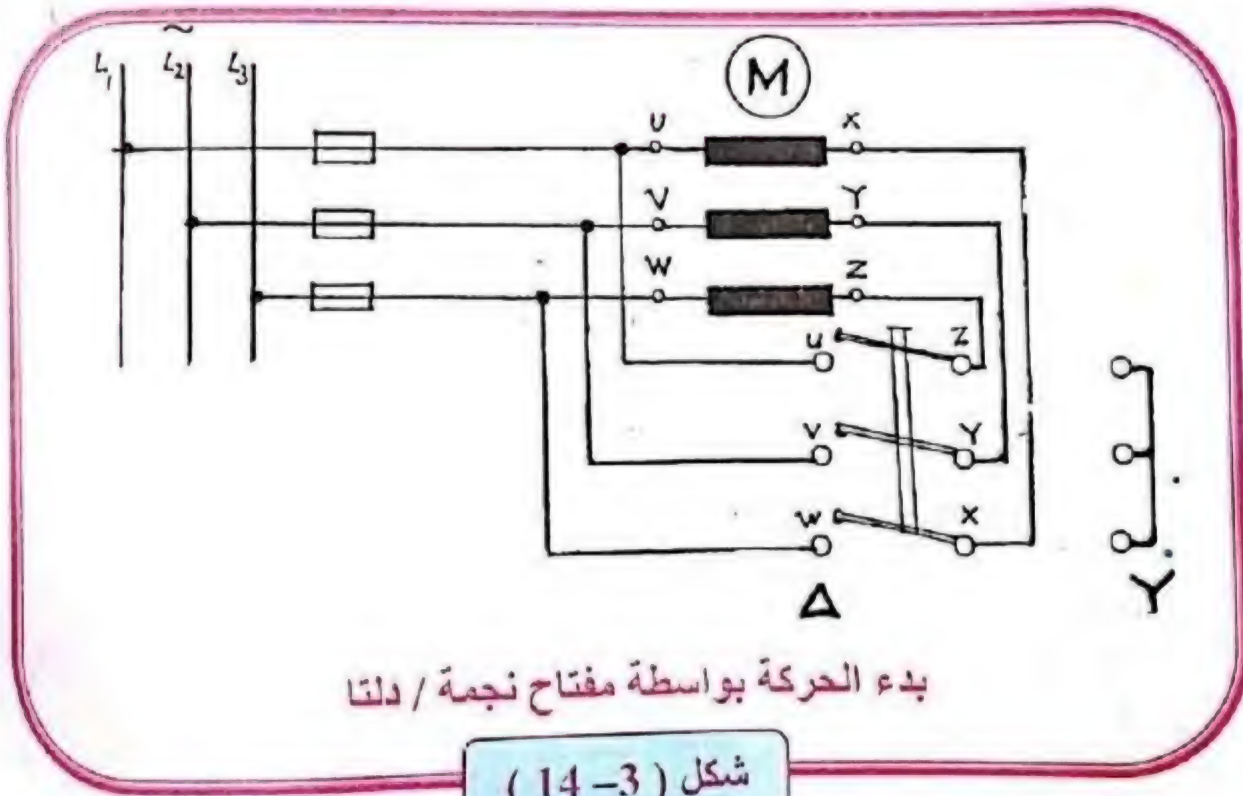
ويوضح شكل (3-13) هذه الطريقة حيث يتم توصيل المحرك إلى المنبع عن طريق محول ذاتي ثلاثي الأوجه يمكن تغيير خرجة تدريجياً حتى نصل إلى جهد التشغيل .



هذه الطريقة تستخدم سواء كان المحرك موصل دلتا أو نجمة ، إن معظم البادئات الذاتية لها ثلاثة أوضاع لتقليل الجهد إلى 50% ، 65% ، 80% من جهد المصدر ويتم هذا التغيير عن طريق مفاتيح تكون مضادة للشرارة للمحركات الصغيرة ومن النوع المغمور في الزيت في المحركات الكبيرة .

3- طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة/دلتا:

ويستخدم هذا النوع من بادئات الحركة للمحركات الاستنتاجية التي يكون فيها العضو الثابت موصل دلتا ، ويتكون هذا البادئ من مفتاح ذي اتجاهين حيث يوصل المحرك النجمة للبدء وبعد أن تصل سرعته إلى حوالي 75% من سرعته المقننة يوصل دلتا للتشغيل العادي وشكل (3-14) يوضح هذه الطريقة .

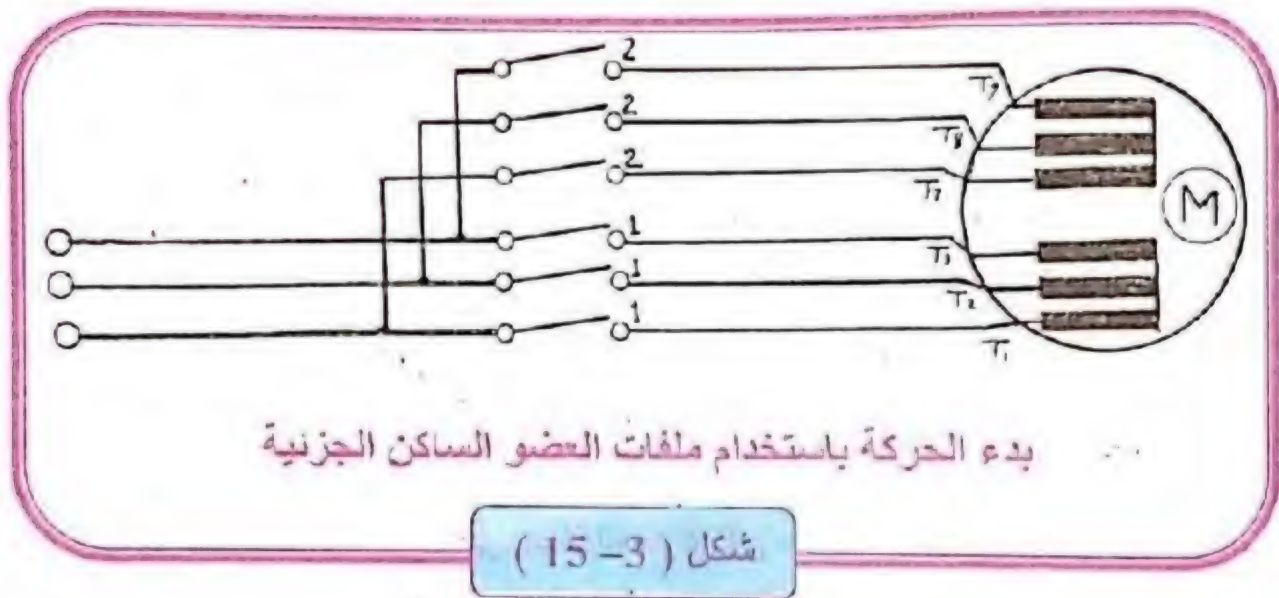


شكل (3-14)

عند البدء يقل الجهد إلى $\frac{V}{\sqrt{3}}$ عند توصيل ملفات المحرك نجمة وبالتالي يعطى $\frac{1}{3}$ تيار وعزم الحمل الكامل هذه الطريقة رخيصة وفعالة في حالة إذا كان عزم البدء المطلوب لا يزيد عن 1.5 ضعف عزم الحمل الكامل ولذلك تستخدم هذه الطريقة في آلات العدد والطمبات .

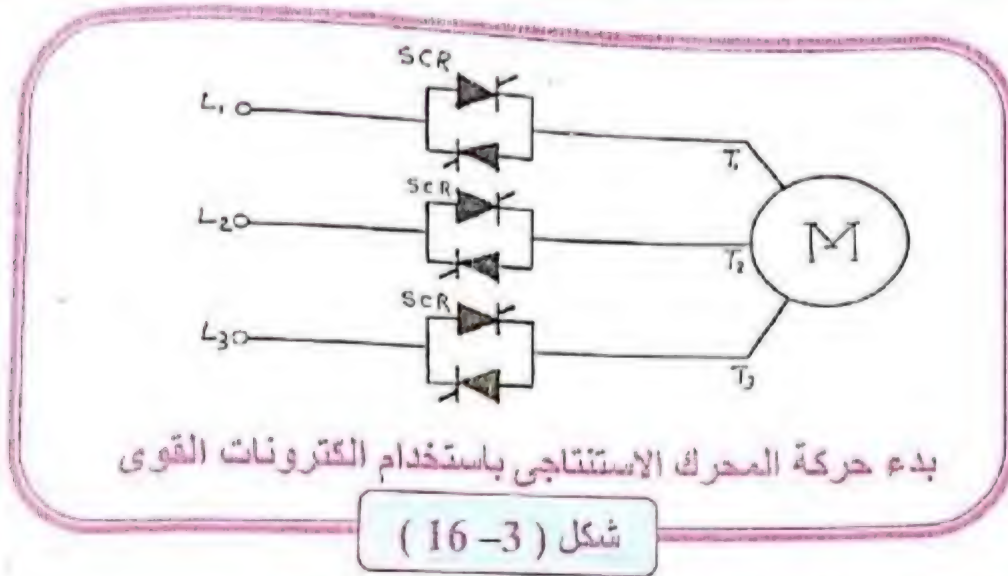
4- بدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه باستخدام ملفات العضو الساكن الجزئية :

في هذه الطريقة تكون ملفات العضو الساكن مكونة من جزئين متماثلين تماماً ويكون كل جزء عبارة عن ملفات ثلاثية الأوجه مناظرة لتزويد المحرك بنصف قدرته المقننة. وعند البدء يتم توصيل ملفات جزء واحد من الملفات إلى المصدر وبعد وصول المحرك للسرعة المناسبة فإنه يتم توصيل الجزء الثاني من الملفات مع استمرار توصيل الجزء الأول. ويوضح شكل (3-15) الدائرة الكهربائية لهذه الطريقة حيث تكون نقط التلامس التي لها الرمز (1) موصلة عند بدء الحركة وبعد فترة وجيزة من الزمن يتم غلق نقط التلامس التي لها الرمز (2).



5- بدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه باستخدام إلكترونيات القوى :

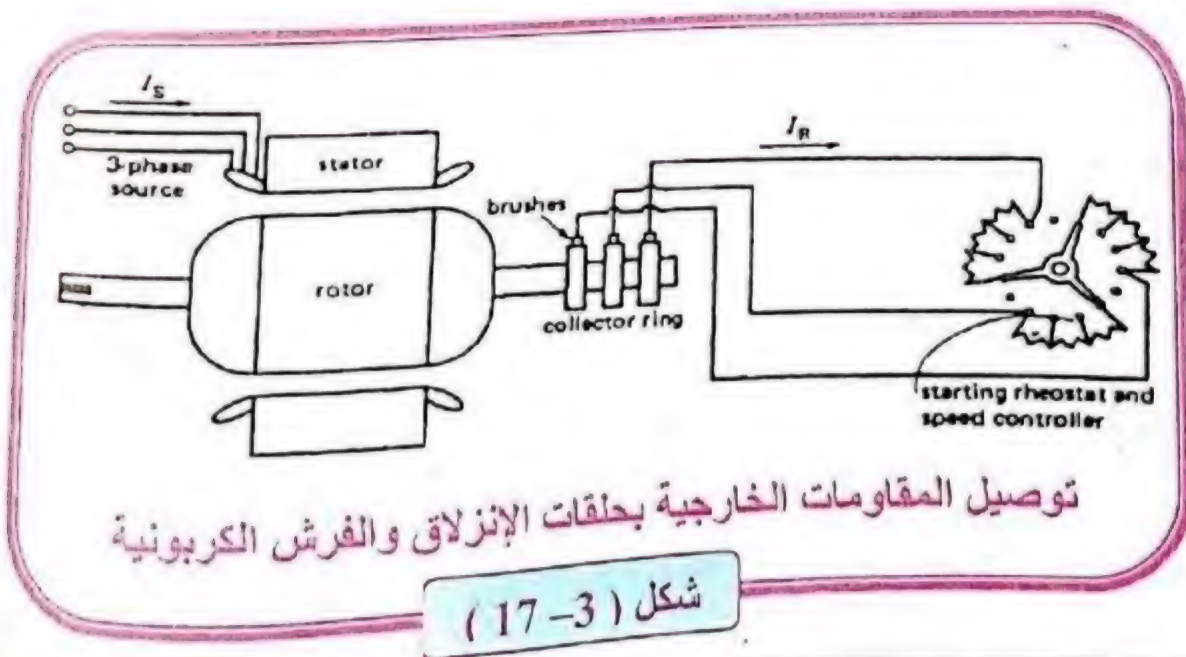
يوضح شكل (3-16) إحدى الطرق التي تستخدم فيها إلكترونيات القوى لتخفيض الجهد المسلط على أطراف المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه عند بدء الحركة. وفي هذه الدائرة تستخدم ستة ثايرستورات، أثنان في كل خط من خطوط المحرك والثايرستوران الموصلان في كل خط متصلين ظهراً لظهر (Back To Back) أي أن كاثود الثايرستور الأول متصل بأنود (anode) الثايرستور الثاني والعكس بالعكس ويتم تخفيض الجهد المسلط على أطراف المحرك عن طريق زيادة زاوية إشعال الثايرستورات المستخدمة في الدائرة. وعن طريق التحكم في زاوية إشعال الثايرستورات يمكن التحكم في مقدار الجهد المسلط على أطراف المحرك وبالتالي التحكم في مقدار تيار بدء الحركة للمحرك.



ثانيا : المحركات ذات عضو دائر ملفوف وحلقات أنزلاق :

بدء حركة المحرك الاستثنائي ثلاثي الأوجه ذو حلقات الانزلاق :

يمكن تخفيض التيار الذى يسحبه المحرك الثلاثى الأوجه ذو حلقات الانزلاق عند توصيله للمصدر وبدء حركته وذلك عن طريق توصيل مقاومات خارجية ثلاثية على التوالي مع دائرة العضو الدوار كما هو موضح بشكل (3-17) . وكلما زادت قيمة المقاومات الخارجية المتصلة بملفات العضو الدوار كلما قل تيار بدء الحركة . ومع بدء دوران المحرك فإن المقاومات الخارجية يتم تخفيضها بالتدريج حتى يصل المحرك إلى سرعة تشغيله المستقرة والتي سوف يعمل عندها طوال فترة التشغيل .



3-6 طرق التحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

سبق توضيح أن سرعة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ترتبط بالسرعة التزامنية للمجال الدوار بالعلاقة

$$n_1 = n(1-S)$$

حيث n_1 هي سرعة العضو الدائر (Rotor) وتقاس بواسطة التاكوميتر

n هي السرعة التزامنية = سرعة المجال الدوار

S هو الانزلاق

وحيث أن السرعة التزامنية n ترتبط بتردد مصدر المحرك (f) وبعدد أقطاب العضو الساكن ($2P$) .

$$n = \frac{60f}{p}$$

حيث n وحدتها لفة/دقيقة (rpm)

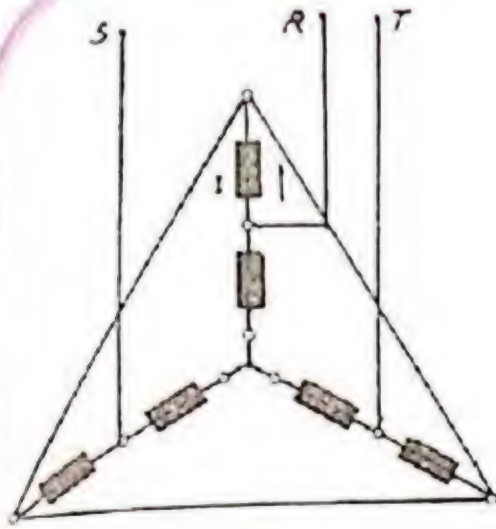
وبالتالي فإنه يمكن التعبير عن سرعة المحرك بالعلاقة

$$n = \frac{60f}{p}(1-S)$$

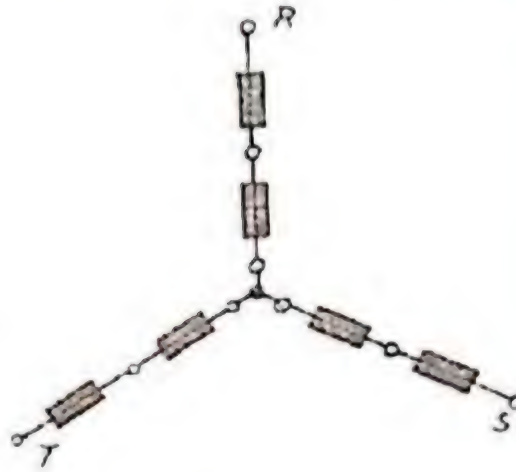
وبالتالي فمن أجل التحكم في سرعة المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه وتغييرها فإنه إما تغيير عدد الأقطاب ($2P$) أو تغيير تردد مصدر تغذية المحرك (f) أو تغيير الانزلاق الذي يعمل عنده المحرك (S) .

أولاً : التحكم في سرعة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بتغيير عدد الأقطاب :

يمكن أن يتم ذلك بواسطة تغيير الإتصال الكهربى بملفات العضو الثابت أو عن طريق لف العضو الثابت بملفات مستقلة ذات أقطاب مختلفة لكل سرعة . وفي حالة ثبات عزم الدوران مع كل السرعات يوصل المحرك كما في شكل (3-18 أ) في حالة السرعة المنخفضة أو شكل (3-18 ب) في حالة السرعة العالية ، وفي هذه الحالة تقل قدرة المحرك إلى النصف عند نصف السرعة الكاملة . وعندما يزود العضو الثابت بملفين منفصلين يمكن تغيير الإتصال بحيث يكون للمحرك ثلاث سرعات . ويتم الإتصال الكهربى لعدد من الأقطاب بعدد آخر بواسطة مفتاح تغيير الأقطاب (مفتاح تغيير السرعة) .



(ب) سرعة عالية
(نصف عدد الأقطاب)



(أ) سرعة منخفضة
(عدد الأقطاب كاملة)

تغيير السرعة بواسطة التحكم في عدد الأقطاب

شكل (3 - 18)

ثانياً : التحكم في سرعة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بتغيير تردد المنبع المغذى للمحرك :

تناسب سرعة المحرك طردياً مع تردد المنبع ، ويمكن تغيير تردد المنبع كالاتي :

- مغير التردد Frequency Changer

وهو عبارة عن محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه ملفوف يعمل كمولد استنتاجي يغذى من مصدر تيار متردد ونحصل منه على التردد المطلوب والذي يمكن حسابه من المعادلة الآتية :

$$\text{تردد العضو الدائر} = \frac{\text{تردد الشبكة (سرعة المجال الدائر} \pm \text{سرعة العضو الدائر)}}{\text{سرعة المجال الدائر}}$$

- فالإشارة (-) في حالة دوران العضو الدائر في اتجاه المجال الدائر نحصل على تردد صغير جداً
- والإشارة (+) في حالة دوران العضو الدائر في عكس اتجاه المجال الدائر نحصل على ضعف التردد

2 - الثيرستور :

تستخدم حالياً المعدات الالكترونية لتنظيم سرعة محركات التيار المتردد حيث أثبتت فاعليتها في القدرات الكبيرة وتتم عملية تغيير التردد بعدة طرق منها :

أ- بتعديل شكل موجة التيار المغذى: وذلك بتوحيده بواسطة قنطرة موحدة إلى تيار مستمر ثم تحويل التيار المستمر إلى تيار متغير بواسطة مجموعة من الثيرستورات المعدلة لشكل الموجة وبذلك يمكن التحكم في سرعة المحرك .

ب- تغيير تردد المنبع : حيث يعدل تردد المصدر بواسطة نوع خاص من الثيرستورات يسمى (ترياك) الذى يمكن بواسطة الحصول على تردد عالى أو منخفض حسب زمن إشعال الترياك .

ثالثاً : التحكم فى سرعة المحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه بتغيير الانزلاق :

وتستخدم هذه الطريقة لتغيير السرعة مع المحركات الاستنتاجية ذات حلقات الانزلاق. وتعتبر هذه الطريقة طريقة لتغيير السرعة عن طريق تغيير الانزلاق . بتوصيل مقاومات خارجية مع العضو الدوار عن طريق حلقات الانزلاق كما هو موضح بشكل (17 - 3) السابق . وكلما زادت قيمة المقاومات الخارجية فإن الانزلاق يزداد وتقل سرعة المحرك ويلاحظ أن مقاومات التحكم فى سرعة المحرك تختلف عن مقاومات بدء الحركة ومزودة بوسيلة تهوية للتخلص من الحرارة الناتجة . .

3-7 عكس حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه :

يكون إتجاه دوران العضو الدوار للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه هو نفس إتجاه دوران المجال المغناطيسى الدوار الناتج من ملفات العضو الساكن للمحرك وبالتالي لى يتم عكس إتجاه دوران العضو الدوار فإنه يستلزم عكس إتجاه المجال المغناطيسى الدوار ولعمل ذلك فإنه يتم عكس تتابع أو تسلسل الأوجه (Phase Sequence) للمحرك وذلك بتبديل أى طرفين من الأطراف الثلاثة المغذية للمحرك كل مكان الآخر ويوضح شكل (14 - 3) المحرك قبل وبعد عكس حركته .



3 - 8 حماية المحرك الاستنتاجي ثلاثى الأوجه ضد :

(زيادة التيار - انخفاض التيار - ارتفاع الجهد - تتابع الأوجه)

مقدمة :

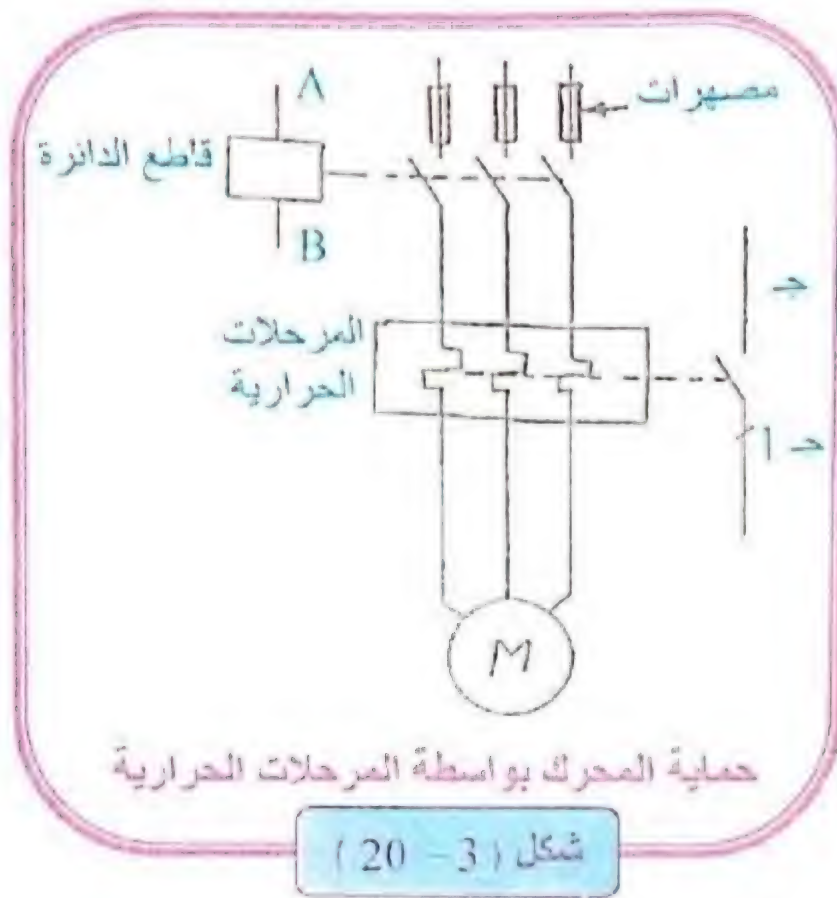
تستعمل المحركات فى التجهيزات الكهربائية جميعها ، لذا يجب تأكيد أهمية عمل هذه المحركات باستمرار ، وحمايتها من أى مؤثر غير طبيعى يسبب تلفها أو توقفها . وبالنسبة للمحركات الكهربائية الصغيرة ، يمكن تأمين حمايتها بواسطة قاطع الى مجبر بمتعم حرارى لحمايته من زيادة التيار ، ومتعم كهرومغناطيسى لحمايته من أعطال قصر الدائرة الكهربائية وتكون هذه المتعمات قابلة للضبط حسب قيمة التيار الاسمى المقرر ، أما المحركات الكهربائية الكبيرة المهمة التى يعتمد عليها استمرار عمل وحدة التوليد الكهربائية أو خط انتاج لأحد المصانع ، فتجهز بنظام حماية متكامل يتكون من مجموعة من المتعمات ويعمل كل متعم حسب الوظيفة التى خصص لها ، وهى فى العادة متعمات كهرومغناطيسية ذو متعم واحد متعدد الوظائف - أو الكترونية أو رقمية ، ويحمى المحرك من مختلف الأعطال التى يمكن أن تحدث عليه وتتعرض المحركات لجملة من الأعطال يمكن ايجازها على النحو التالى :

- زيادة التيار
- انخفاض الجهد
- ارتفاع الجهد
- تتابع الأوجه

1- الحماية من زيادة التيار وارتفاع درجة حرارة المحرك :

تصمم المحركات لتحمل ما لا يزيد على (5%) فوق قدراتها الاسمية ، ويسبب زيادة الحمل ارتفاعاً فى درجات حرارة المحرك . ولذا يتم حماية المحرك باستعمال متعم حساسة لارتفاع درجة الحرارة المتسببة من زيادة الحمل ، ونظراً لعدم الحاجة لفصل دائرة المحرك فصلاً سريعاً فى أثناء حدوث زيادة الحمل ، تستعمل المتعمات الحرارية لفصل قاطع دائرة المحرك عندما ترتفع حرارة المحرك إلى درجة أعلى من قيمتها المقررة نتيجة لزيادة التيار عن المقرر .

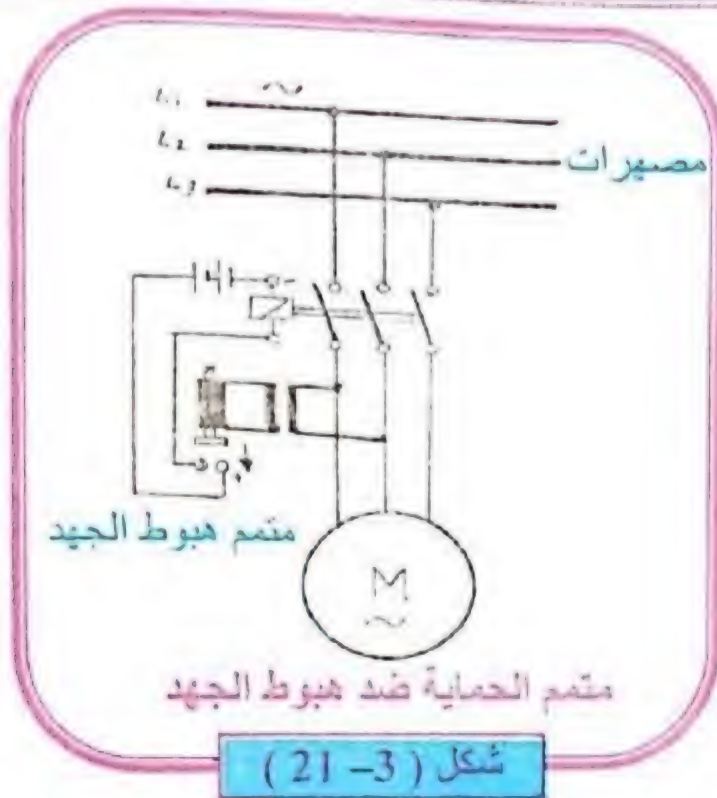
ويوضح شكل (3-20) توصيلة المتعمات الحرارية على التوالى مع كل وجه فى دائرة تغذية المحرك ، اذ أن فصل أحدها يفصل دائرة تغذية المحرك بفتح التلامس (جـ 1) وفتح الدائرة الكهربائية المغذية للملف (AB) يفصل تغذية المحرك من الشبكة .



2- حماية المحرك من انخفاض الجهد (الفولطية) :

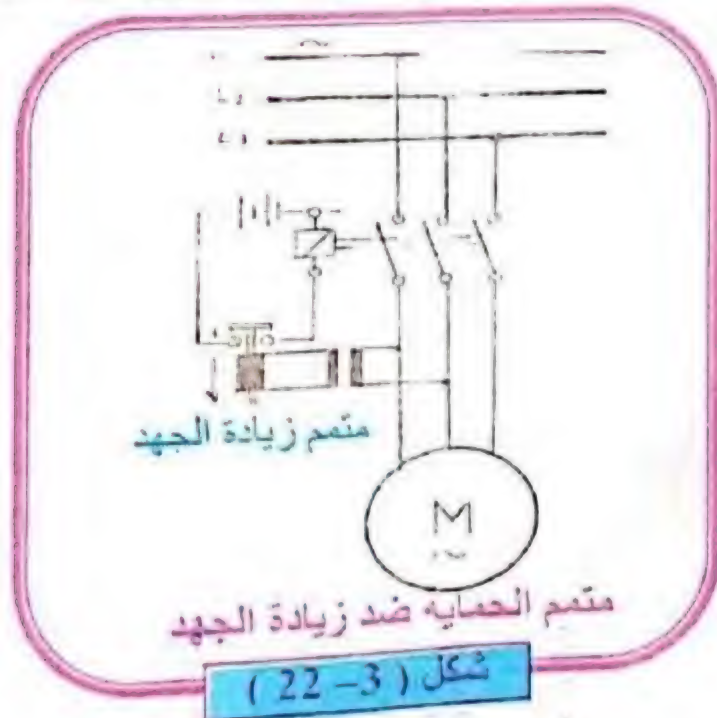
يتناسب عزم دوران المحرك مع مربع الفولطية ، فعند تغذية المحرك بالجهد المقرر ، يمكن أن يعمل المحرك بكامل قدرته التصميمية ، وعند انخفاض الفولطية ينخفض عزم دوران المحرك ، فيحدث نقص في سرعته وخاصة عندما يحمل المحرك حملاً يعادل قدرته مثل محرك يشغل مضخة مياه ، فإذا كان انخفاض الجهد كبيراً فإن المحرك لا يستطيع تشغيل المضخة فيسبب توقفاً فجائياً لهذا المحرك ويزداد تيار الأوجه في ملفاته ، وينتج عنه تلف ملفات المحرك ، لذلك يستعمل متمم انخفاض الجهد لفصل المحرك عن المنبع الكهربى حيث يضبط المتمم عند قيمة تتناسب وطبيعة عمل المحرك (0.8) من قيمة الجهد المقتن مثلاً ، مع تأخير زمنى مناسب لكى لا يعمل المتمم كلما حدث عطل على الشبكة الكهربائية وانخفاض قيمة الجهد لفترة زمنية قصيرة أقل من 1 ثانية ، ويضبط متمم انخفاض الجهد عادة لفترة زمنية (2-3) ثانية .

وشكل (3-21) يوضح متمم انخفاض الجهد اذ تسقط حافظة قلب المتمم الكهرومغناطيسى عند هبوط الجهد متممه دائرة ملف القاطع .



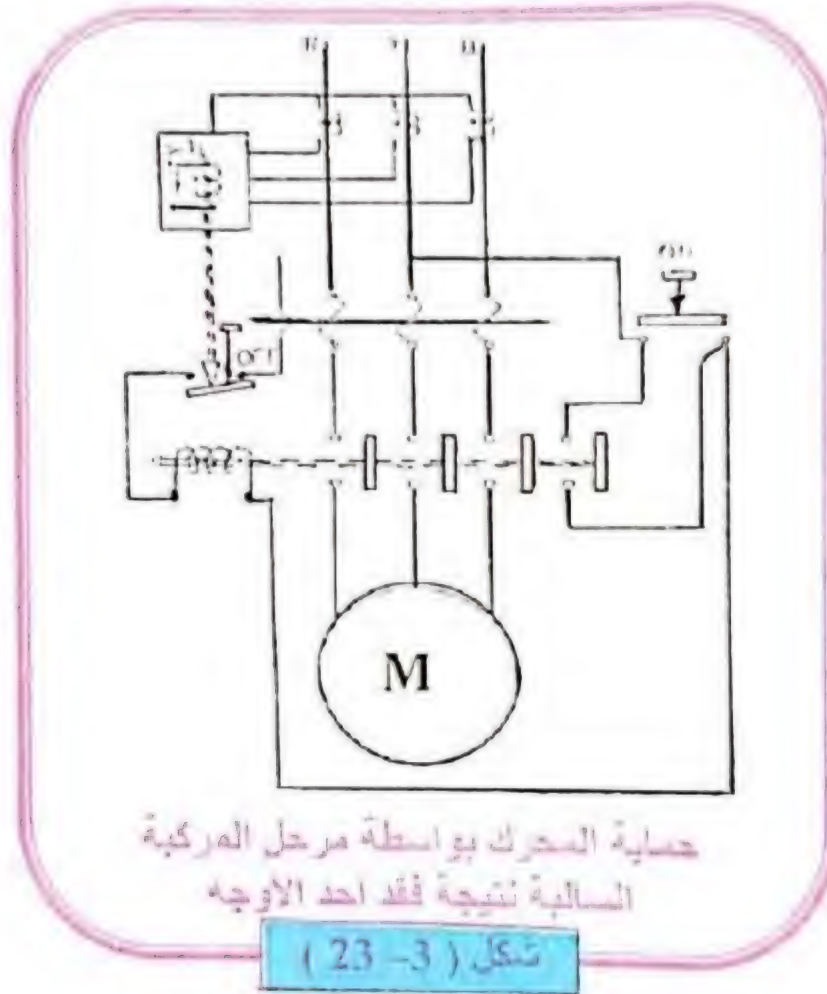
3- حماية المحرك ضد ارتفاع الجهد :

ارتفاع الجهد يؤدي إلى زيادة سرعة المحرك وعزمه عن المقنن ويسبب اضرار جسيمة لذلك يتم الاستعانة بمتعم كهرومغناطيسي ضد ارتفاع الجهد كما بشكل (3-22) عند ارتفاع الجهد المتعم يعمل على غلق دائرة ملف القاطع لفصل المحرك فوراً من الشبكة



4- حماية المحرك الاستنتاجي ضد عدم تتابع الأوجه أو فقد أحد الأوجه :

يسبب انقطاع أحد الأوجه ظهور عدم توازن في تيارات الأوجه الثلاثة ، وفي هذه الحالة يمكن استعمال متمم حماية من عدم توازن الاحمال ويضبط المتمم على (25%) من التيار الاسمي ويوضح شكل (3-23) الدائرة الكهربائية للحماية من فقد أحد الأوجه .
ويستعمل تأخير زمني كاف للمتمم لكي يسمح بعمل الحماية الرئيسية لشبكة التغذية ضد الاعطال . ويفصل المتمم المتصل بمحول التيار المتزن دائرة المحرك في أثناء فقد أحد الأوجه .

**5- حماية المحرك الاستنتاجي ضد انعكاس تتابع الأوجه :**

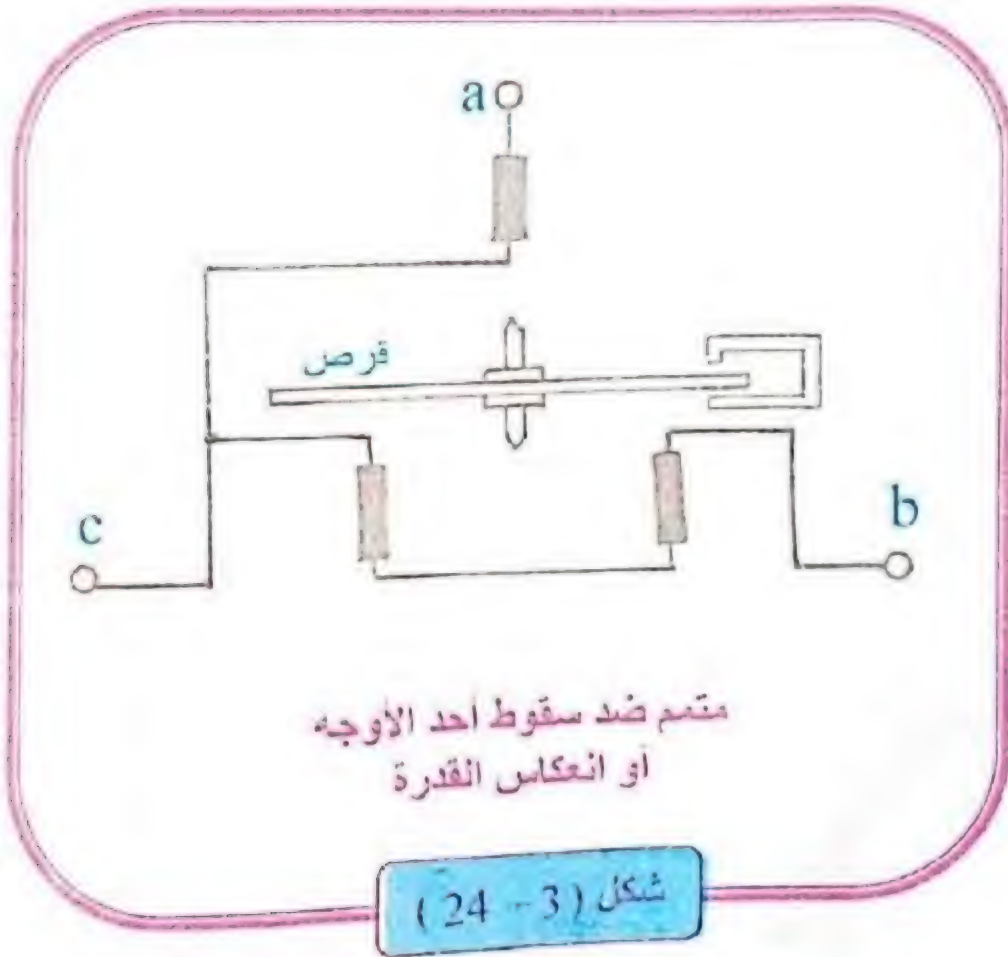
حيث أن اتجاه دوران المحرك يتغير اذا تتابع الأوجه تغير فإنه يلزم حماية المحرك من تغيير دورانه .
المتمم الاستنتاجي ذو القرص يستخدم لحماية المحرك في حالة سقوط أحد الأوجه أو انعكاس الأوجه .
نظام الحماية باستخدام هذا المتمم موضح بشكل (3-24) .

عزم التشغيل لهذا المتمم يتناسب مع حاصل ضرب جهدي وجيب الزاوية بينهما وفي هذه الحالة ثلاث حالات :

أ- الأوجه الثلاثة موجودة ولها نفس التتابع ، القرص سوف يدور في اتجاه معين ويغلق نقط التلامس لتشغيل المحرك .

ب- الأوجه الثلاثة موجودة ومنعكسة التتابع ، القرص سوف يدور في اتجاه عكس الاتجاه الأول ويغلق نقطتي تلامس أخريين لتصحيح تتابع الأوجه عن طريق قاطع آخر ثم تشغيل المحرك .

ج - أحد الأوجه غير موجود وبالتالي لن يدور القرص .



أسئلة على المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه

- 1- اذكر تركيب المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بنوعه
- 2- ارسم الدائرة الكهربائية للعضو الدائر الملفوف ذي حلقات الانزلاق
- 3- عرف المجال الدائر؟ وكيف تحصل عليه في دوائر الثلاث أوجه؟
- 4- قارن بين المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه ذو حلقات الانزلاق والمحركات ذات قفص السنجاب
- 5- اشرح مع الرسم كيف ينشأ عزم الدوران في المحركات الاستنتاجية ذات الثلاثة أوجه
- 6- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه ذو عضو دائر ملفوف
- 7- عرف كلا من : الانزلاق - سرعة الانزلاق
- 8- متى يكون الانزلاق مساوياً للصفر أو 100% ؟
- 9- محرك حتى ثلاثي الأوجه ، سرعته 1425 لفة/د يعمل على تيار متردد - تردده 50 Hz فإذا علمت أن عدد أقطابه 4 قطب احسب كلا من :
أ - سرعة الانزلاق
ب - الانزلاق
- 10- محرك حتى يعمل على تيار تردده 50 Hz وسرعة الانزلاق له 75 لفة/د .
احسب سرعتي المجال الدائر والعضو الدائر وعدد الأقطاب للمحرك إذا علمت أن الانزلاق 5%
- 11- احسب الانزلاق لمحرك استنتاجي ذو 6 قطب إذا كانت سرعة العضو الدائر 960 لفة/د وتردد المصدر 50 Hz
- 12- ما تأثير الانزلاق على تردد العضو الدائر للمحرك الاستنتاجي ؟ اذكر العلاقة بين الانزلاق وتردد العضو الدائر .
- 13- ما تأثير الانزلاق على كل من التيار وعزم الدوران في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ؟ ومتى تحصل على أكبر عزم بدء ؟
- 14- كيف يمكن عكس حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ذو قفص سنجاب مع التوضيح بالرسم ؟
- 15- اذكر طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية
- 16- اذكر طرق تغيير سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه
- 17- نسبة الانزلاق في المحرك الاستنتاجي عند بدء الحركة يكون :
(0 - 100% - 5%) اختر الإجابة الصحيحة
- 18- اذكر ثلاث طرق لتغيير سرعة المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه
- 19- كيف تتم حماية المحرك الاستنتاجي من خطر زيادة التيار
- 20- كيف تتم حماية المحرك الاستنتاجي من خطر انخفاض الجهد

المحركات الاستثنائية الخطية Linear Induction Motors

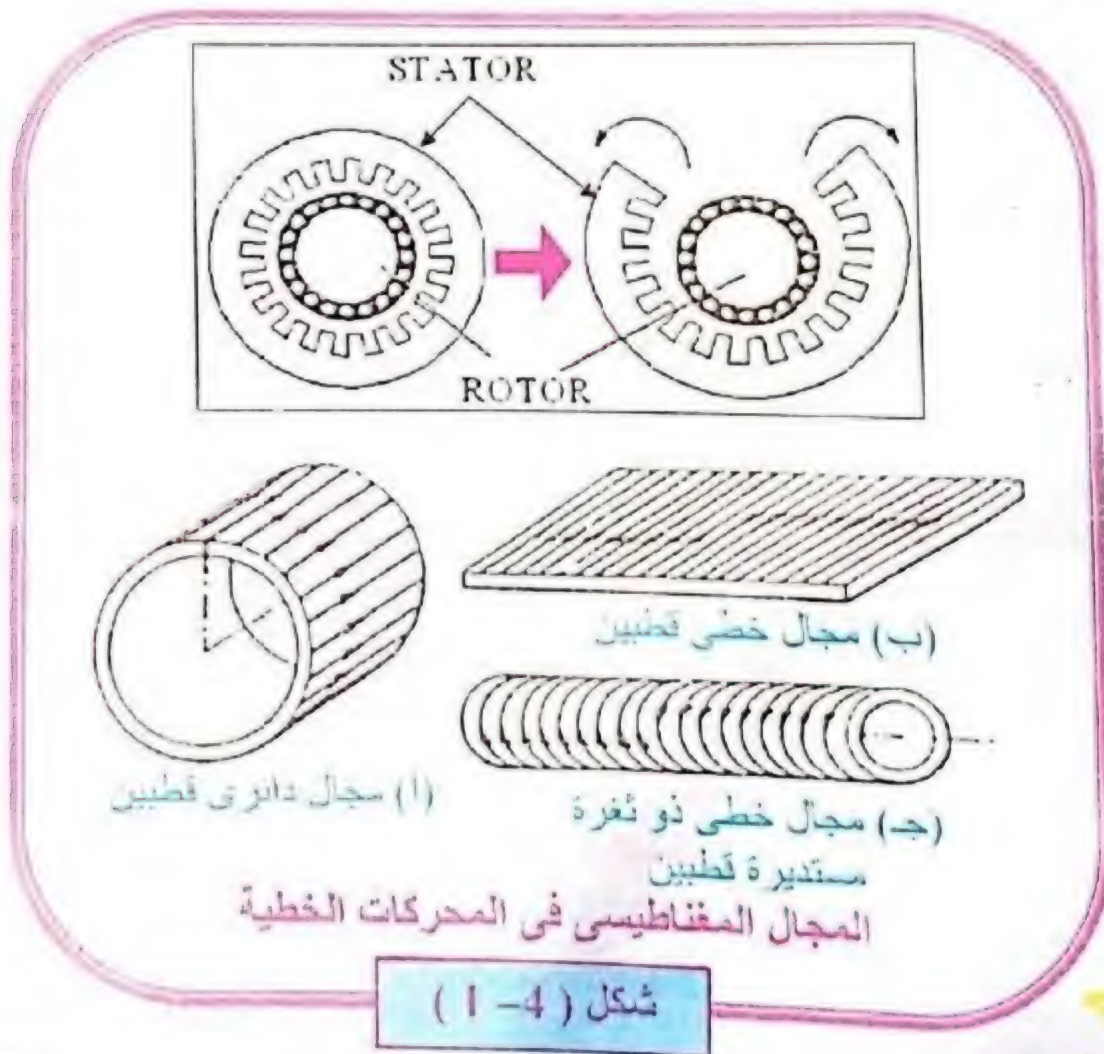
يحتوى هذا الباب على :

1-4	مقدمة
2-4	تركيب المحرك الخطي
3-4	أنواع المحركات الخطية
4-4	نظرية العمل على سرعة المحرك الخطي التوافقي
5-4	تطبيقات على المحركات الخطية (الطلمبات الكهرومغناطيسية - المونوريل (المحرك الخطي المعلق))

4-1 مقدمة :

المحرك الاستنتاجي الخطي هو محرك تيار متردد بدلا من أن يكون خرج عزم يمكنه إنتاج قوة خطية بقوة النيوتن. المحرك الخطي يعطي حركة مستقيمة نحتاج إليها في كثير من العمليات التي لا تستطيع المحركات الدورانية العادية من تأديتها مثل طلبات سوانل المعادن المنصهرة ومبردات المفاعلات الذرية والقطارات الكهربائية ذات السرعات العالية . التي لا تسير على عجلات .

فإذا أفردنا محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه (العضو الثابت والعضو الدائر سواء أكان من النوع الملفوف أو ذو قفص السنجاب) فإننا نحصل على محرك استنتاجي خطي ويوضح شكل (1-4-أ) المجال الدائري قبل عملية الفرد أما شكل (1-4-ب) فيوضح المجال الدائر لمحرك خطي ذو قطبين من النوع المسطح والشكل (1-4-ج) يوضح المجال الدائر لمحرك خطي ذي ثغرة هوائية مستديرة .



4-2 تركيب المحرك الخطي :

يتركب المحرك الخطي مثل المحرك الاستنتاجي السابق شرحه من عضوين أساسيين هما :

1- العضو الثابت

2- العضو الدائر

وقد يكون العضو الثابت هو المتصل بالمصدر الكهربى أو قد يكون العضو المتحرك حسب نوع المحرك ولذلك يسمى العضو المتصل بالمصدر الكهربى (العضو الابتدائى) والعضو الآخر سواء كان ثابت أو متحرك (العضو الثانوى) . وقد يكون تركيب وشكل كل عضو حسب نوعه والغرض منه .

4-3 أنواع المحركات الاستنتاجية الخطية :

يمكن تقسيم المحركات الخطية من ناحية نوع الثغرة الهوائية (مسطحة أو مستديرة) إلى نوعين :

1- محركات الثغرة الهوائية المسطحة ويوضحها شكل (4-2-أ)

2- محركات الثغرة الهوائية المستديرة ويوضحها شكل (4-2-ب)



(أ) ذات الثغرة الهوائية
المسطحة

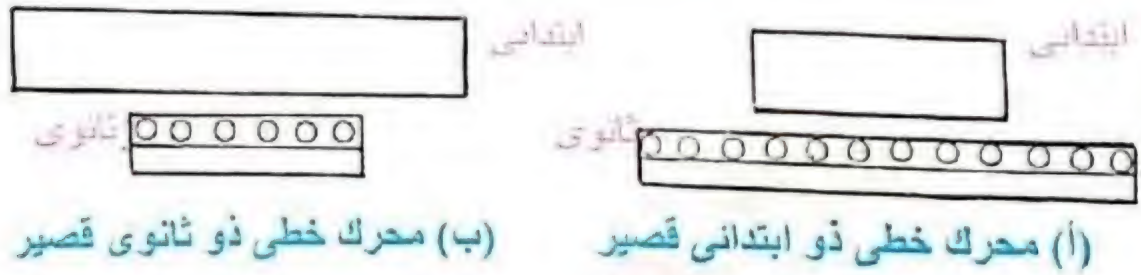
(ب) ذات الثغرة الهوائية
المستديرة

محركات التيار المتردد الخطية

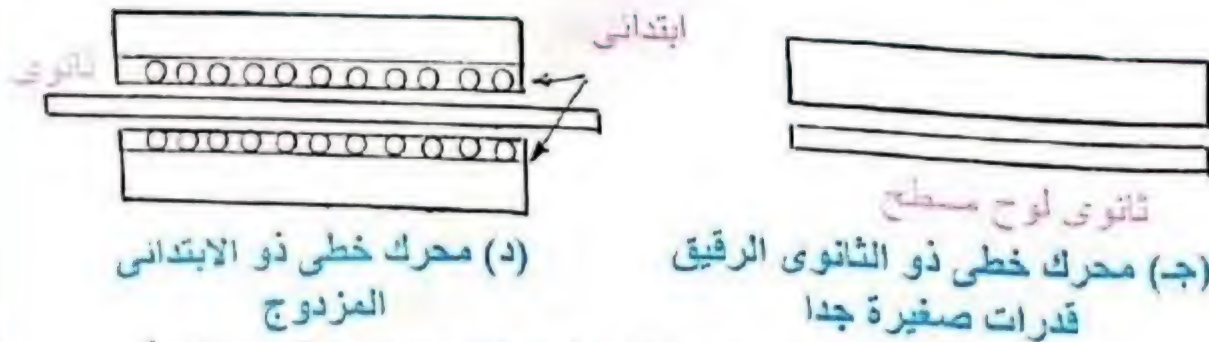
شكل (4-2)

أولاً : أنواع المحركات الخطية ذات الثغرة الهوائية المسطحة :
يوجد (4) أنواع شهيرة هي :

- 1- ذو الجزء الابتدائي القصير ويتكون الثانوى من قفص سنجاب طويل مسطح ويستخدم هذا النوع شكل (4-3-أ) عندما تكون مسافات العمل طويلة حيث يكون غير اقتصادى لو تم لف الجزء الابتدائى بطول المسافة .
- 2- ذو الجزء الثانوى القصير حيث يكون العضو الثانوى قفص سنجابى قصير . يستخدم هذا النوع من المحركات الخطية فى المسافات المحدودة شكل (4-3-ب)
- 3- ذو الجزء الثانوى الرقيق شكل (4-3-ج) ويستخدم فى المحركات الصغيرة
- 4- ذو الجزء الابتدائى المزدوج شكل (4-3-د) ويستخدم هذا النوع اذا كانت الثغرة الهوائية كبيرة ، حيث يعمل كل جزء ابتدائى مع سطح الجزء الثانوى المقابل له كمحرك خطى وبذلك تنتج قوى تجاذب ضخمة تعمل على تحريك الجزء المتحرك .



(ب) محرك خطى ذو ثانوى قصير



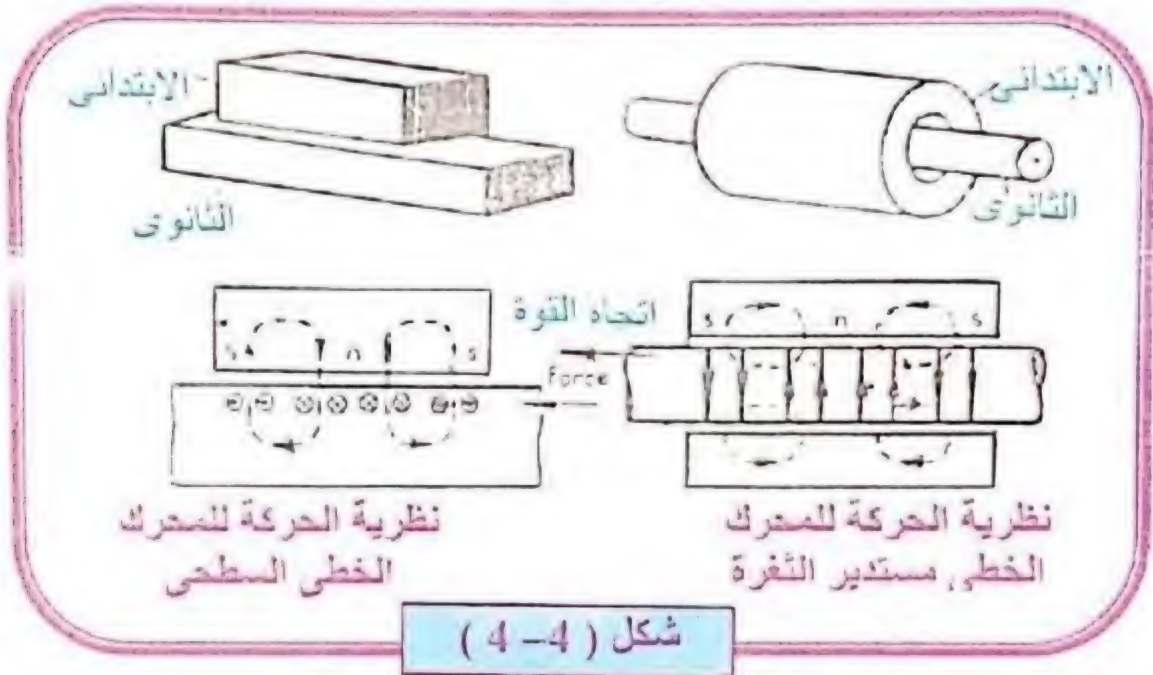
(د) محرك خطى ذو الابتدائى المزدوج

محركات التيار المتردد الخطية ذات الثغرة الهوائية المسطحة

شكل (4-3)

4 - 4 نظرية عمل المحرك الخطي :

عند توصيل الجزء الابتدائي بمصدر التيار المتردد ينشأ مجال مغناطيسي يعبر الثغرة الهوائية ويقطع ملفات العضو الثابت فينتج بها تيار مستنتج يعمل على توليد مجال مغناطيسي يتفاعل مع المجال الأصلي وتنتشأ قوى تجاذب بين الأقطاب المغناطيسية تدفع العضو المتحرك ويوضح شكل (4-4) اتجاه الحركة للجزء الثانوي الحر الحركة في كلا النوعين : مستدير الثغرة ومسطح الثغرة .



شكل (4 - 4)

سرعة المحرك الخطي التوافقية :

يجب معرفة أن هذا النوع من المحركات يتم لفه بخطوة قطبية تساوي نصف طول موجه تيار المصدر ، فإذا رمزنا للخطوة القطبية (P.P) وطول موجه تيار المصدر المغذى للمحرك بالرمز λ والتردد بالرمز f فإن :

$$\lambda = 2 \text{ P.P} \quad , \quad \text{P.P} = \frac{\lambda}{2}$$

وسرعة التردد الزاوية لتيار المصدر $\omega = 2\pi f$

فتكون السرعة الخطية التوافقية (n_s) تعطى من المعادلة الآتية :

$$n_s = \omega \cdot \frac{\text{P.P}}{\pi} = 2\pi f \cdot \frac{\text{P.P}}{\pi} = 2\pi f \times \frac{\lambda}{2\pi} = f\lambda$$

$$n_s = f\lambda$$

حيث $\pi = \frac{22}{7}$ ، f تردد المصدر

مثال (1-4)

محرك خطي تردده 50 Hz يغذى من مصدر له طول الموجه واحد متر .
أوجد السرعة الخطية التوافقية .

الحل

$$n_s = f \cdot \lambda = 1 \times 50 = 50 \text{ m/sec} \quad (\text{متر / ثانية})$$

لتحويلها إلى كيلو متر / ساعة نضرب في معامل التحويل $\frac{18}{5}$

$$n_s = 50 \times \frac{18}{5} = 180 \text{ Km/hr} \quad (\text{كيلو متر / ساعة})$$

مشاكل المحركات الخطية Linear Induction Motor Problems

- تُعاني صناعة المحركات الخطية من بعض المتاعب أهمها :
- 1- ضرورة إحكام وضع العضو المتحرك بالنسبة للعضو الثابت وعدم السماح بإنفلاته بسبب قوة الدفع المغناطيسية
 - 2- ضرورة توافر وسيلة أمانة للتغذية بالتيار إذا كان العضو المتحرك هو الابتدائي
 - 3- يتحكم في التصميم العامل الاقتصادي ومسافة التحرك وظروف التشغيل

4 - 5 تطبيقات على المحركات الخطية :

أولاً : الطلمبات الكهرومغناطيسية :

التركيب :

يتركب هذا النوع من الطلمبات الكهرومغناطيسية من :

أ- العضو الابتدائي ويتكون من جزئين متصلين بالمصدر ثلاثي الأوجه

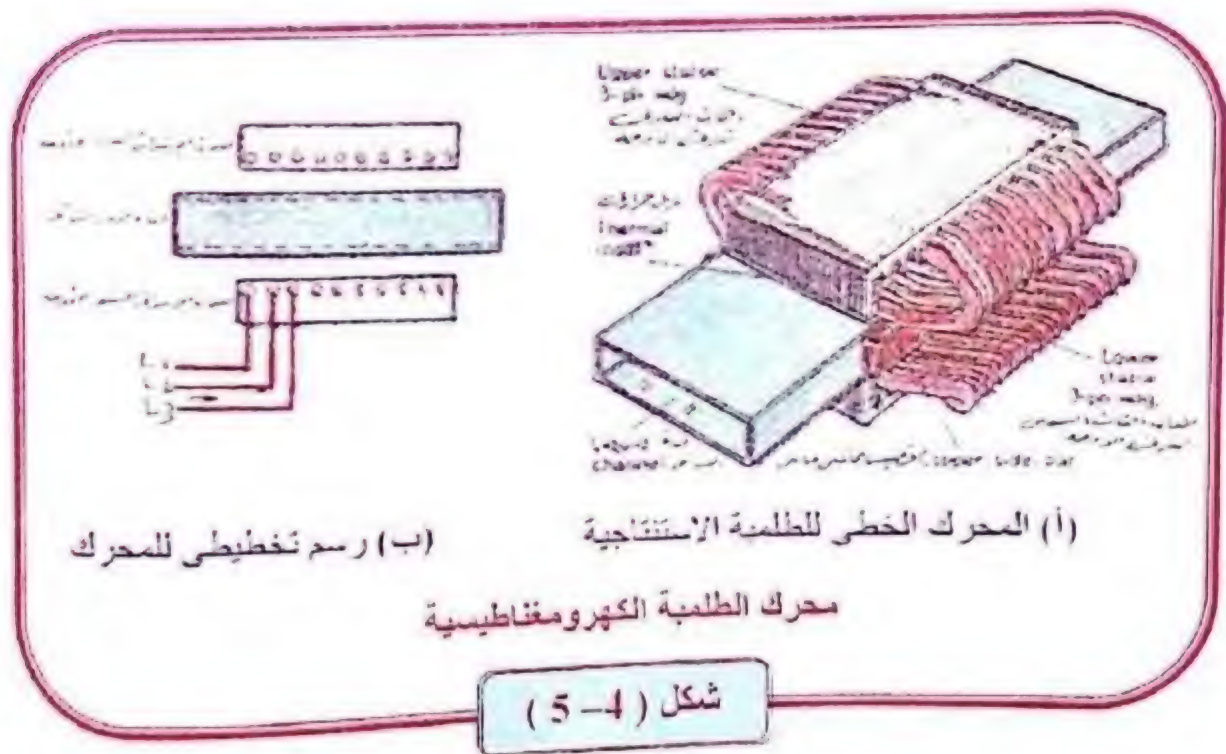
ب- العضو الثانوي ويتكون من قناة مستطيلة الشكل من الصلب معزولة بعزل حراري

بينها وبين عضو الابتدائي ، مركب عليها قطبين من النحاس ويوضح شكل (4-5)

هذا النوع

شكل (4-5 أ) يوضح تركيب المحرك الخطي للطلمبة الاستنتاجية بينما يوضح شكل (4-5-

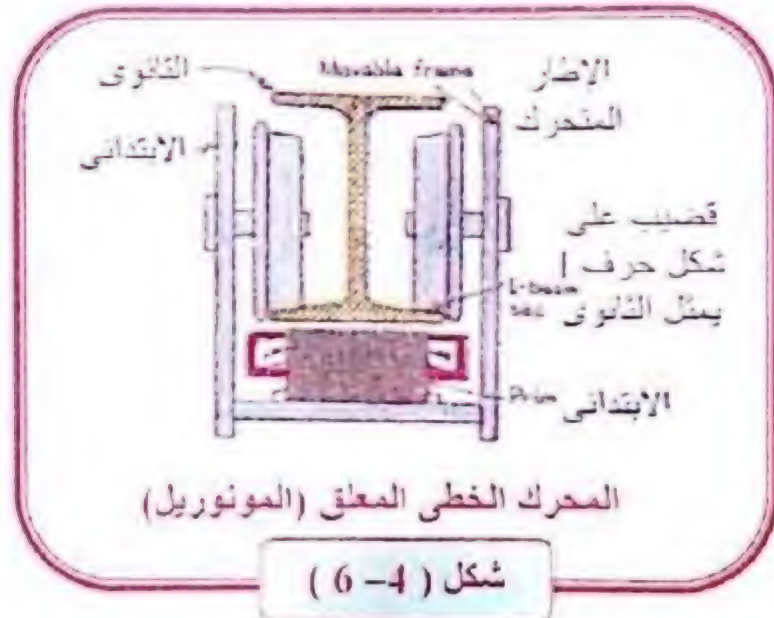
ب) الرسم التخطيطي لها .



المحرك الخطي فى وسائل النقل Traction Linear Motors

1- المحرك الخطي المعلق (المونوريل)

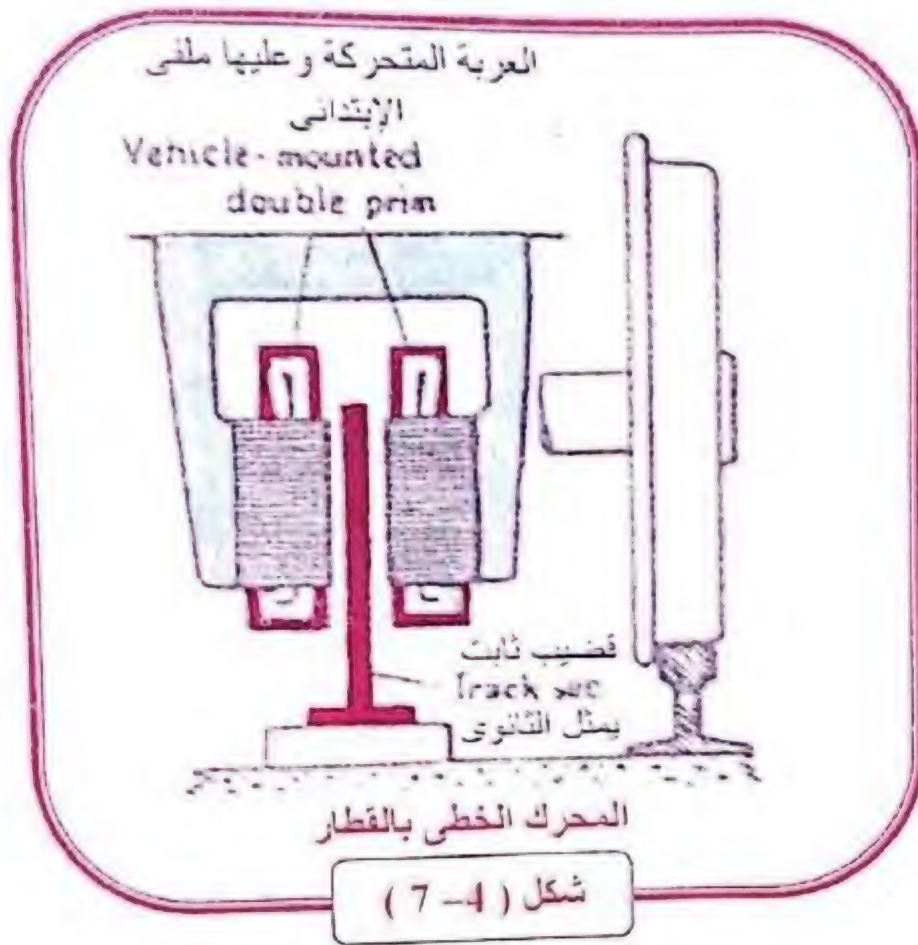
يتركب من عضو ابتدائي مفرد عند طرفى الخط (المسافة بين النهايتين) حيث يغذى بمنبع تيار متردد ثلاثى الأوجه ، بينما يمثل العضو الثانوى القضيب على شكل حرف I معلق كما هو موضح فى شكل (4-6) ويسمى العضو الثانوى I قضيب التفاعل يركب فى وسط مسار المركبة تستحث الموجه المغناطيسية المتحركة تيار كهربى فى قضيب التفاعل وينتج عن التيار المستحث مجال مغناطيسى آخر يدفع فى اتجاه مضاد للموجه المغناطيسية الصادرة من المغناطيسيات الكهربائية وهذا الدفع يؤدى إلى تحريك عربة (المونوريل) وتناسب السرعة طرديا مع تردد الموجه المغناطيسية المتحركة .



2- المحرك الخطي بالقطار :

ويتركب هذا المحرك من :

- العضو الابتدائي والذي يتركب من العربة المتحركة التي تتركب بدورها من جزئين كل منهما مكون من القلب الحديدي والمخدرات التي تتصل بمصدر تيار ثلاثى الأوجه
- العضو الثانوي ويتكون من قضيب على شكل I كما هو موضح بشكل (4-7).



استخدامات المحركات الخطية :

تستخدم المحركات الخطية في المجالات الآتية :

- 1- رفع سوانل المعادن (مثل مصهور الصوديوم والبوتاسيوم وسبائكهما) وسائل تبريد المفاعلات الذرية باستخدام الطلمبات الكهروحرارية .
- 2- إعطاء الحركة لقاطرات السكك الحديدية ذات السرعات العالية وكذلك الأوناش المعلقة .
- 3- تحريك الأوناش ذات الحركة الأفقية في المصانع .
- 4- في إدارة السلاالم والطرق المتحركة .
- 5- في عمليات تقليب المعادن المنصهرة داخل البوتقة أو أفران الصلب .

أسئلة على المحرك الاستنتاجي الخطي

- 1- ما هو المحرك الخطي ؟
- 2- ما أنواع المحرك الخطي ؟
- 3- أذكر مع الرسم أنواع المحركات الاستنتاجية الخطية مع ذكر استخدام كل منها
- 4- أشرح نظرية عمل المحرك الخطي
- 5- اشرح مع الرسم تركيب الطلمبة الاستنتاجية الخطية
- 6- أوجد السرعة التوافقية لقطار خطي يعمل على تردد 50 Hz وطول الموجه لتيار المصدر 2 متر
- 7- اشرح مع الرسم تركيب القطار السريع الذي يعمل كمحرك استنتاجي خطي
- 8- اشرح مع الرسم المحرك الخطي المعلق (المونوريل)
- 9- فيما تستخدم المحركات الخطية ؟
- 10- اذكر متاعب المحركات الخطية الاستنتاجية
- 11- اشرح مع الرسم المحرك الخطي مزدوج الجانبين وفيما يستخدم
- 12- ما الفرق بين المحرك الخطي ذو الثغرة الهوائية المسطحة والمحرك الخطي ذو الثغرة الهوائية الأنبوبية - وضح اجابتك بالرسم
- 13- هناك ثلاث أشكال للمحرك الخطي ذو الثغرة الهوائية المسطحة - اذكر مع الرسم هذه الأشكال

محركات الوجه الواحد Single Phase Motors

يحتوى هذا الباب على :

- | | |
|-----|--|
| 1-5 | المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد
(تركيب وخواص كل منها - عكس حركتها)
أ- محرك استنتاجى ذو وجه واحد مشطور
ب- محرك استنتاجى ذو مكثف بدء - مكثف بدء ومكثف تشغيل .
ج - محرك استنتاجى ذو قطب مظلل
د- مميزات وعيوب المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد |
| 2-5 | أسئلة على المحركات الاستنتاجية احادية الوجه |
| 3-5 | المحركات ذات عضو التوحيد
التركيب - نظرية التشغيل - عكس الحركة - مزايا و عيوب كل من المحركات التالية:
أ - محرك التوالى
ب - المحرك التنافرى (المحرك التنافرى البدء استنتاجى الحركة - المحرك التنافرى الاستنتاجى)
ج - المحرك العام |
| 4-5 | أسئلة على المحرك ذات عضو التوحيد |

5-1 المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد :

جدير بالذكر أن هناك تصميمات مختلفة من المحركات ذات القدرة التي لا تزيد عن واحد حصان لتتناسب تطبيقات مختلفة كثيرة . ويعرف هذا النوع من المحركات بمحركات القدرة الحصانية الكسرية (أى أن قدرته لا تزيد عن واحد حصان). تعتبر المحركات إحادية الوجه من أكثر أنواع المحركات استعمالاً فى الاستخدامات الصناعية والمنزلية فعلى سبيل المثال نجد أنها تستخدم فى المثاقب اليدوية الكهربائية والمكانس الكهربائية والخلاطات والمراوح والغسالات والثلاجات وأجهزة التكييف .. الخ ويمتاز تصميم هذا المحرك بأنه يعمل على التيار المتردد أحادى الوجه (Single Phase) والذي يستخدم فى شبكات الكهرباء العامة المغذية للمباني وذلك عند ترددات قياسية . كما يمتاز هذا النوع من المحركات بإمكانية الاعتماد عليه ومن ناحية أخرى سهولة صيانته وقلة تكلفته .

وكما سبق أن ذكرنا أن المجال الدائر لا يتولد إلا من تيار متردد متعدد الأوجه وللحصول على المجال الدائر فى هذه المحركات يلزم عمل وجه (ملف) آخر ينشأ عنه مجال مغناطيسى يتأخر أو يتقدم بزاوية 90^0 لكى يستطيع المحرك بدء حركته من تلقاء نفسه بدون وسيلة خارجية . وبعد دوران المحرك يفصل هذا الوجه المساعد . وتوجد عدة طرق لتوليد المجال الدائر والتي يتحدد نوع المحرك تبعاً لها . ومن ذلك نجد أن الدائرة المكافئة لمحرك الوجه الواحد ستكون هى الدائرة المكافئة للمحرك الاستنتاجى ثلاثى الأوجه تماماً .

تركيب المحرك الاستنتاجى ذى الوجه الواحد :

تتكون المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد من عضو ثابت وعضو دوار . والعضو الدوار هو قفص سنجاى تركيبه مثل تركيب القفص السنجاى المستخدم فى المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه السابق شرحه . والعضو الثابت مكون من هيكل خارجى تثبت فيه رقائق معزولة من الصلب السليكونى بها مجارى توضع فيها ملفات المحرك . وللمحرك الاستنتاجى أحادى الوجه ملفان : ملف خاص ببدء حركة المحرك (أو الملف المساعد) وهو يشغل $\frac{1}{3}$ عدد المجارى وملف التشغيل (أو الملف الرئيسى) وهو يشغل $\frac{2}{3}$ عدد المجارى وتوضع هذه الملفات فى المجارى بحيث تكون الزاوية بين ملف بدء الحركة وملف التشغيل 90^0 (درجة كهربية) . ويوضح شكل (1-5) العضو الثابت والعضو الدائر للمحرك الاستنتاجى ذى الوجه الواحد .



وعلى حسب نوع المحرك الاستنتاجي احادى الوجه فإن ملف بدء الحركة قد يظل موصلاً إلى المصدر أثناء التشغيل وقد ينفصل بعد وصول المحرك إلى سرعة قريبة من سرعة التشغيل المستقر وتكون تلك السرعة التى ينفصل عندها حوالى 75% من سرعة التشغيل.

نظرية عمل المحرك الاستنتاجي احادى الوجه :

عند توصيل أطراف المحرك الاستنتاجي أحادى الوجه إلى مصدر جهد وجه واحد فإنه يمر تيار فى ملف بدء الحركة (أو الملف المساعد) وكذلك يمر تيار فى ملف التشغيل (أو الملف الرئيسى) وينتج عن الملفين مجال مغناطيسى دوار يؤثر على قضبان العضو الدائر مما يؤدي إلى مرور تيارات بها.

ويتفاعل المجال الناشئ عن تيارات قضبان العضو الدائر مع المجال المغناطيسى الدوار الناتج من ملفات العضو الساكن وينتج من ذلك عزم يتسبب فى إدارة المحرك. ونكون سرعة دوران المجال المغناطيسى الدوار الناتج فى المحرك هى السرعة التزامنية والتى يمكن الحصول عليها بنفس الطريقة التى استخدمت فى المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه. أى أن السرعة التزامنية للمحرك الاستنتاجي احادى الوجه هى :

$$n_s = \frac{60 f}{p} \text{ rpm}$$

ويحدد نوع المحرك الاستنتاجي احادى الوجه طبقاً للطريقة التى تستخدم لبدء حركة المحرك.

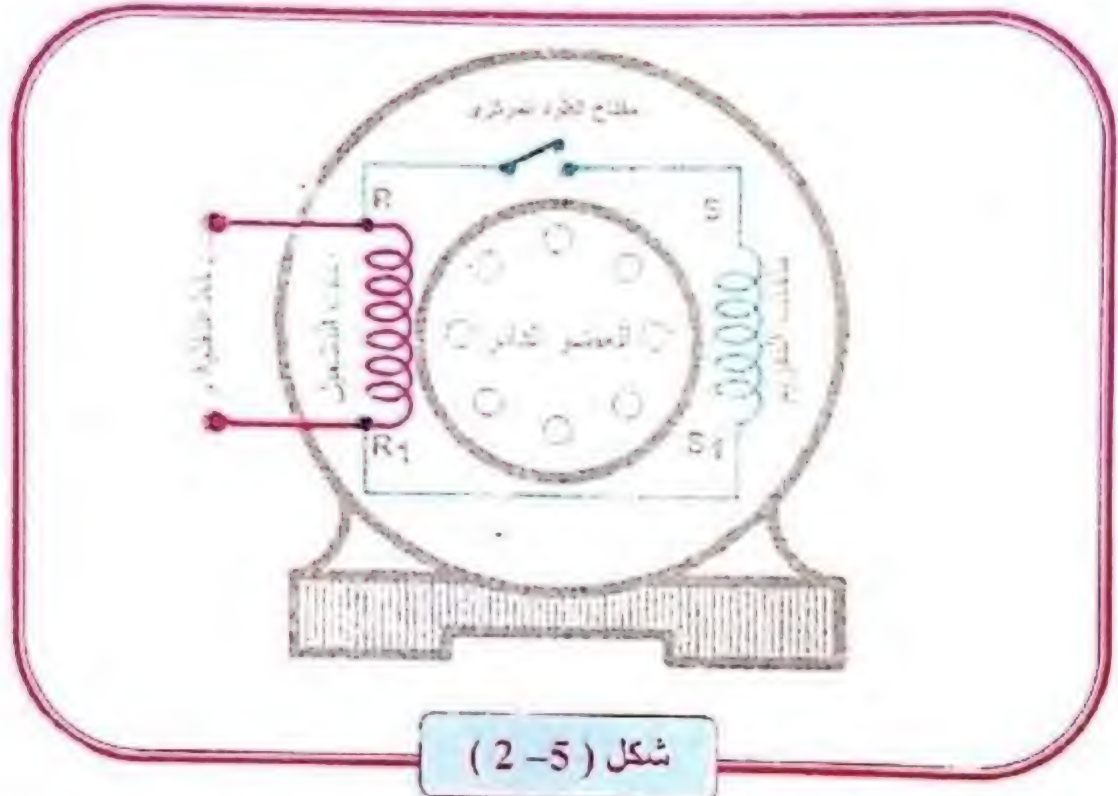
وتنقسم المحركات الاستنتاجية احادية الوجه طبقاً لذلك إلى عدة أنواع تفاصيلها فيما يلى:

أ - محرك استنتاجي ذو وجه واحد مشطور (مشقوق) Slit Phase تركيبه :

يتركب هذا المحرك مثل المحرك الاستنتاجي ذو الثلاثة أوجه قفص السنجاب حيث يتركب كما في شكل (2-5) من الآتي :

1- العضو الثابت : ويحتوى على :

أ - الهيكل الخارجى : ويصنع من الحديد الزهر أو الالومنيوم المسبوك وفائدته حمل رقائق العضو الثابت ولا يمر به أى تدفق مغناطيسى .



ب - رقائق العضو الثابت : تصنع من رقائيق الصلب السليكونى على هيئة دوائر معزولة عن بعضها بالورنيش وتجمع على هيئة اسطوانة مفرغة من الداخل حيث يعمل فى محيطها الداخلى مجارى لوضع الموصلات بعد عزلها .

ج - الملفات : يوجد نوعين من الملفات على محيط العضو الثابت هما :

- ملفات التشغيل : تصنع من النحاس المعزول وهى تحتل ثلثى ($\frac{2}{3}$) عدد مجارى

العضو الثابت .

- ملفات البدء (التقويم) : وتصنع أيضا من النحاس المعزول تكون مجموعة وجه ثانى

وتحتل ثلث ($\frac{1}{3}$) عدد مجارى العضو الثابت . بحيث تكون زاوية الوجه بينها وبين

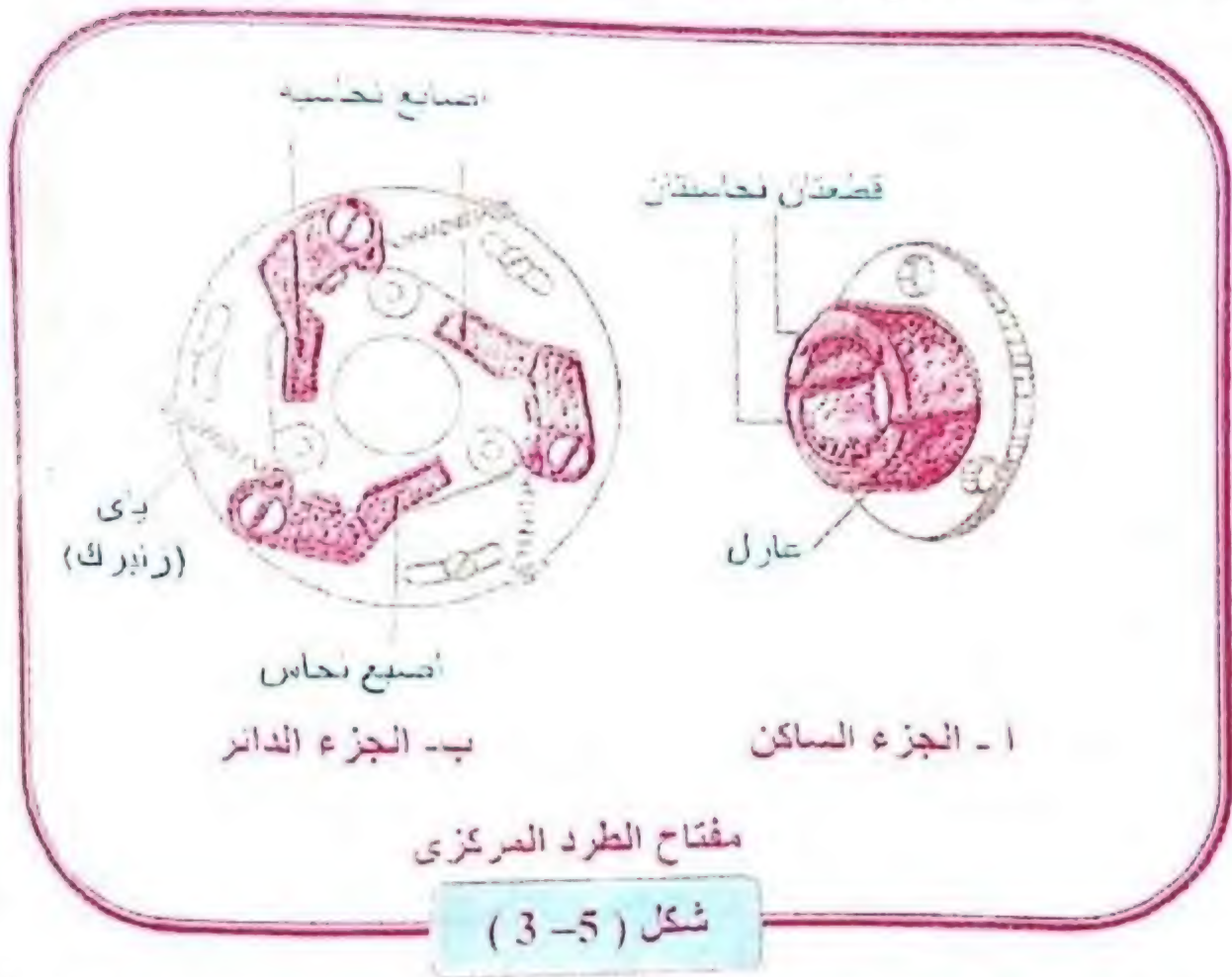
ملفات التشغيل 90° كهربية وتكون مساحة مقطعها صغير بالنسبة

لملفات التشغيل وتفصل بعد دوران المحرك وبلوغ سرعته 75% من السرعة المقننة بواسطة مفتاح الطرد المركزي الذي يتصل بملفات البدء على التوالي

2- العضو الدائر : على شكل قفص سنجاب تماما كما في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه . سبق شرحه

3- مفتاح الطرد المركزي Centrifugal Switch

فائدته : فصل ملفات البدء بعد وصول المحرك إلى 75% من سرعته المقررة . تركيبه كما في شكل (3-5) من جزئين أساسيين :



أ- الجزء الساكن : ويتكون من نصفى إسطوانة معزولتين عن بعضهما من النحاس الأحمر مثبتتين على الوجه الداخلى للغطاء الجانبى الأمامى وتكون نقطة التوصل الثابتة للمفتاح شكل (3-5-أ) .

ب- الجزء المتحرك : ويتكون من ثلاث أصابع من النحاس تحيط بالجزء الساكن وترتكز عليه أثناء بدء الدوران وهو يمثل نقطة التوصل المتحركة شكل (3-5-ب) .

كيفية عمل مفتاح الطرد المركزي :

في لحظة بدء الحركة تتصل ملفات البدء بالدائرة عن طريق المفتاح وبعد أن تصل سرعة المحرك إلى 75% من السرعة المقررة تبتعد الأصابع النحاسية بفعل القوة الطاردة المركزية وضد جذب الياي مسببة فصل ملفات البدء.

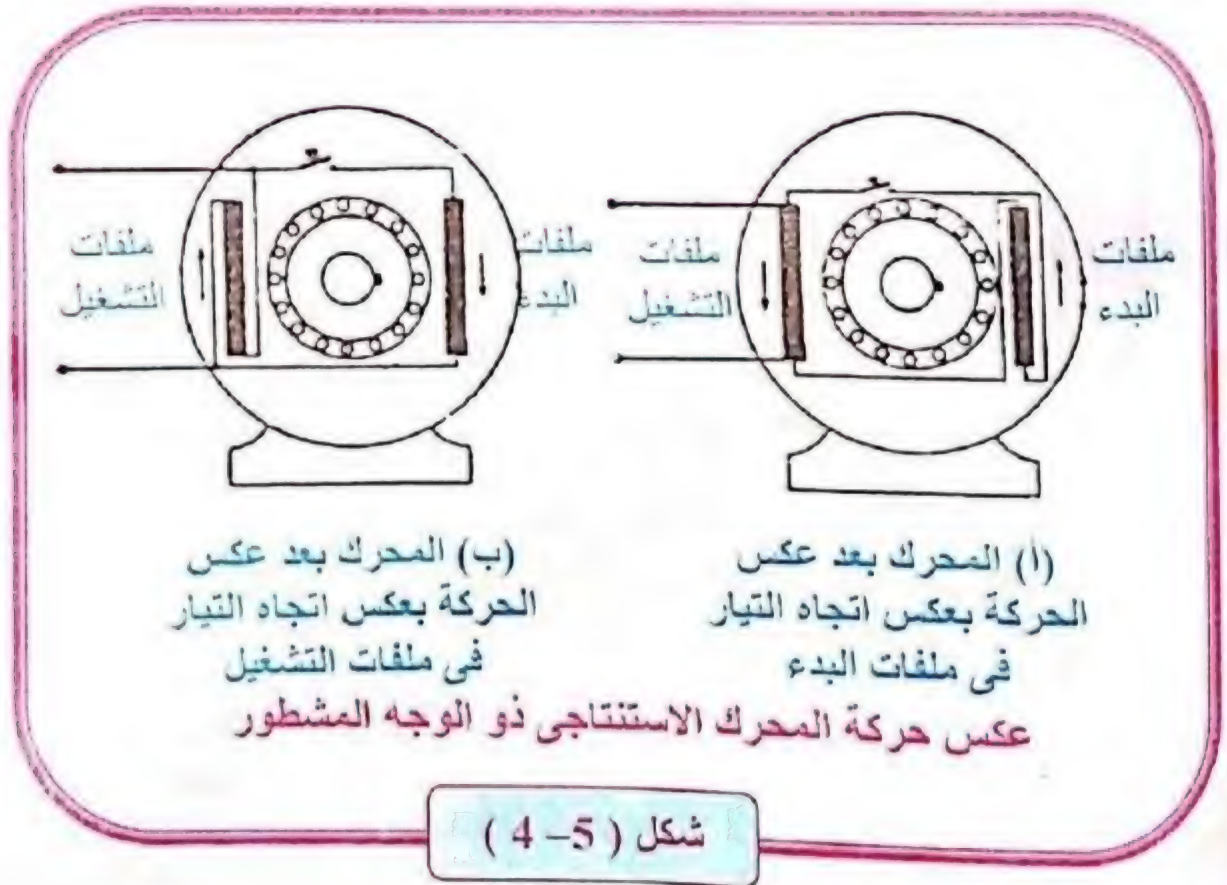
هذا وقد يستبدل مفتاح الطرد المركزي بمتعم ذو تأخير زمني حيث يسمح بتوصيل ملفات البدء لفترة زمنية تكون كافية لبلوغ المحرك لسرعته المقررة ثم يفصل دائرة ملفات البدء .

نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور :

عند توصيل المحرك بالدائرة ينشأ عن مرور التيار في ملفات التشغيل والبدء مجال مغناطيسي دائري ضعيف يقطع ملفات العضو الدائر مسببا تولد (ق.د.ك) مستنتجة ينتج عنها مجال مغناطيسي يتفاعل مع المجال الدائر مسببا مجال مغناطيسي محصل يعمل على دوران العضو الدائر للمحرك وعند بلوغ سرعة المحرك 75% من سرعته تفصل ملفات البدء ويستمر المحرك في الدوران .

عكس حركة المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور :

يمكن أن تعكس حركة المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور بعكس اتجاه المجال الدائر والذي ينعكس في اتجاهه بإحدى الطريقتين الآتيتين ومع إعتبار شكل (5-4) هو موضع التشغيل قبل العكس

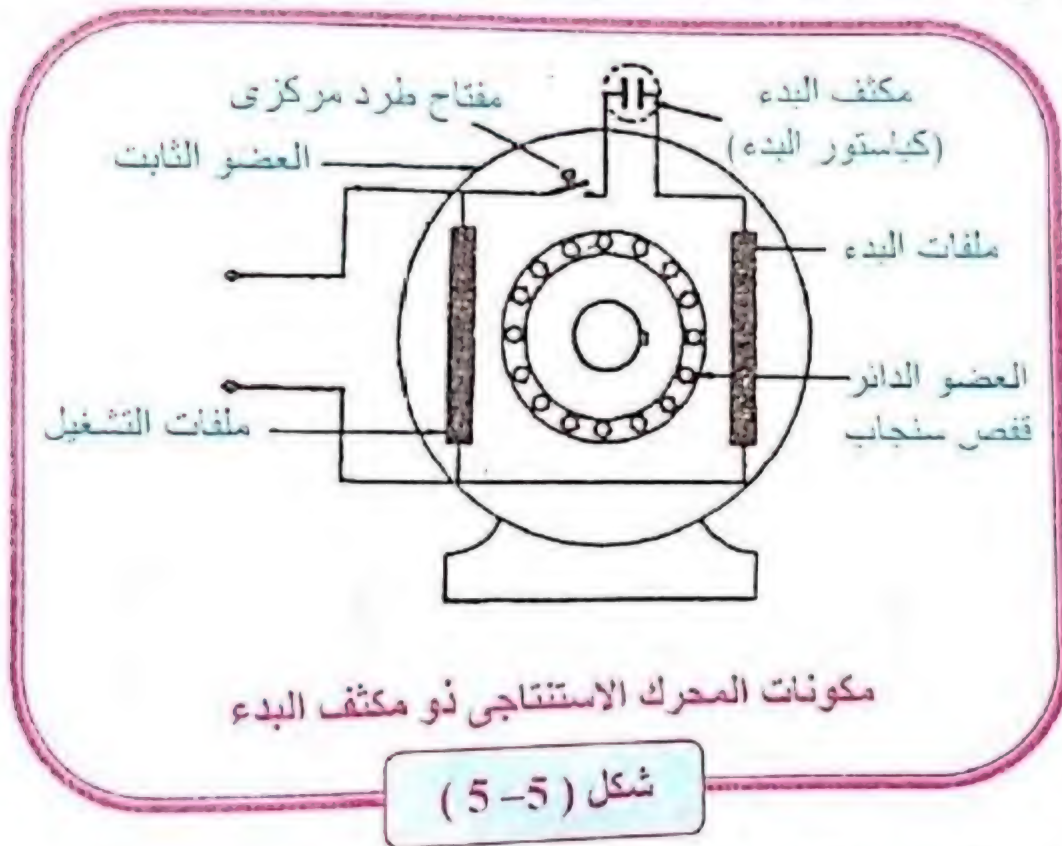


- أ- بعكس اتجاه التيار فى ملفات البدء مع ثبات إتجاه التيار فى ملفات التشغيل شكل (4-5-أ) .
 ب- بعكس إتجاه التيار فى ملف التشغيل وثباته فى ملف البدء شكل (4-5-ب) .

1-5- أ المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء Capacitor Starting

تركيبه :

يتركب مثل المحرك ذو الوجه المشطور مضافاً إليه المكثف الذى يتصل بالتوالى مع ملفات البدء ومفتاح الطرد المركزى كما فى شكل (5-5) ويتركب من الآتى :



- 1- العضو الثابت : وفائدته إستنتاج المجال المغناطيسى الدائر
 - 2- العضو الدائر : وفائدته توليد العزم الميكانيكى على محور الدوران
 - 3- مفتاح الطرد المركزى : وفائدته فصل ملفات البدء (التقويم)
 - 4- المكثف : وفائدته فى دائرة ملفات البدء جعل المجال المغناطيسى متقدماً 90° عن المجال الناشئ من ملفات التشغيل وذلك للحصول على المجال المغناطيسى الدائر اللازم لبدء حركة المحرك .
- والمكثف من النوع الكيماوى الجاف أو السائل حيث يتكون هذا النوع من لوحين من صفائح الألومنيوم تفصل بينهما طبقة أو أكثر من الشاش المشبع بمحلول كيماوى

يطلق عليه السائل الكهربى وهو طبقة رقيقة تقوم مقام السائل الكهربى فى المكثف ذو السائل وتلف هذه الطبقات بقطعة من الشاش معاً وتوضع فى إناء من الالومنيوم وتتراوح سعة هذا المكثف بين 10 ميكروفاراد إلى 150 ميكروفاراد .

نظرية التشغيل :

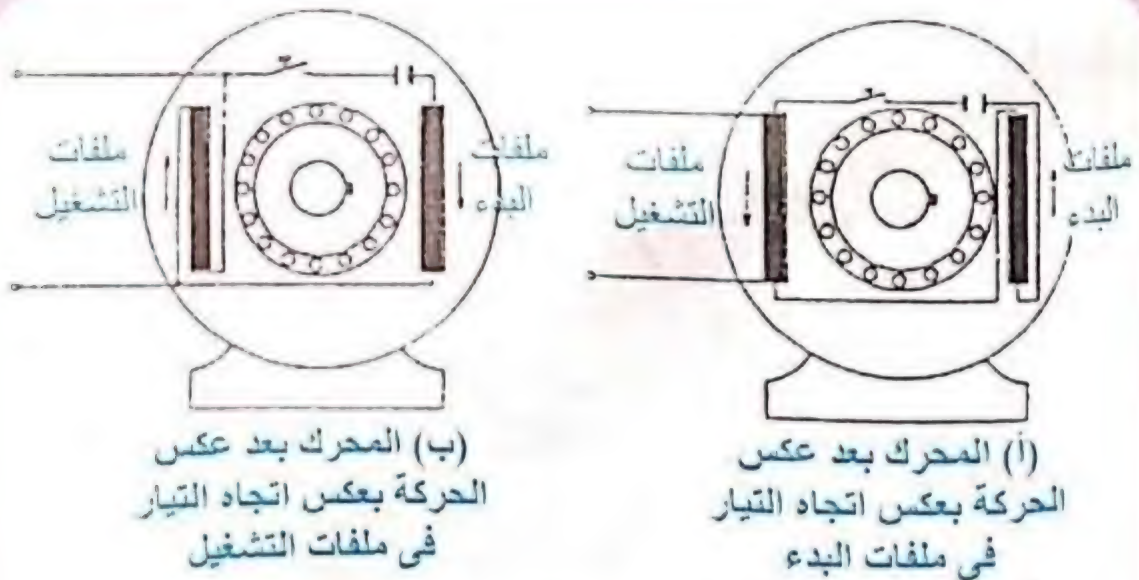
عند توصيل أطراف المحرك بالمنبع ينشأ مجال فى ملفات البدء متقدماً عن المجال الناشئ بملفات التشغيل مسبباً تولد مجال مغناطيسى دائر قوى يقطع موصلات العضو الدائر (قفص السنجاب) مسبباً مجال مغناطيسى آخر يتفاعل مع المجال الدائر ومحصلتهما هى مجال مغناطيسى محصل يعمل على دوران المحرك وعند بلوغ سرعة المحرك 75% من السرعة المقننة يتم فصل المكثف وملفات البدء بواسطة مفتاح الطرد المركزى .

عكس حركة المحرك ذو مكثف البدء :

يتم عكس حركة هذا المحرك كما فى المحرك ذو الوجه المشطور شكل (5-6-أ ، ب):

أ- بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات البدء مع ثبات اتجاه التيار فى ملفات التشغيل شكل (5-6-أ)

ب- بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات التشغيل مع ثبات اتجاه التيار فى ملفات البدء شكل (5-6-ب)



عكس حركة المحرك الاستنتاجى ذو مكثف البدء

شكل (5 - 6)

مميزات وعيوب المحرك ذو المكثف :

يمتاز هذا النوع بالآتي :

- 1- عزم البدء له أكبر من المحرك ذو الوجه المشطور
- 2- يستهلك تيار بدء أصغر من المحرك ذو الوجه المشطور
- 3- معامل قدرته مرتفع

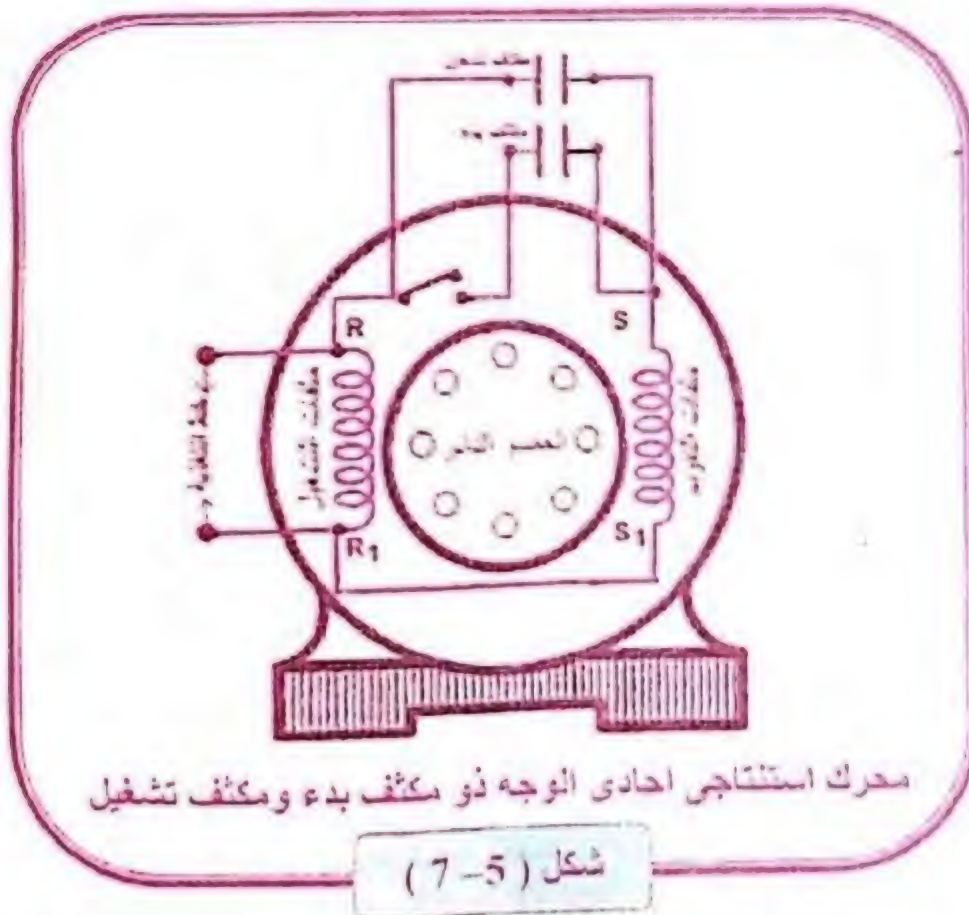
عيوب المحرك ذو المكثف :

- 1- يتعرض المكثف للتلف نتيجة لكثرة الاستعمال والحرارة المرتفعة
- 2- ثمنه أعلى من المحرك ذو الوجه المشطور

5-1- ب المحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل

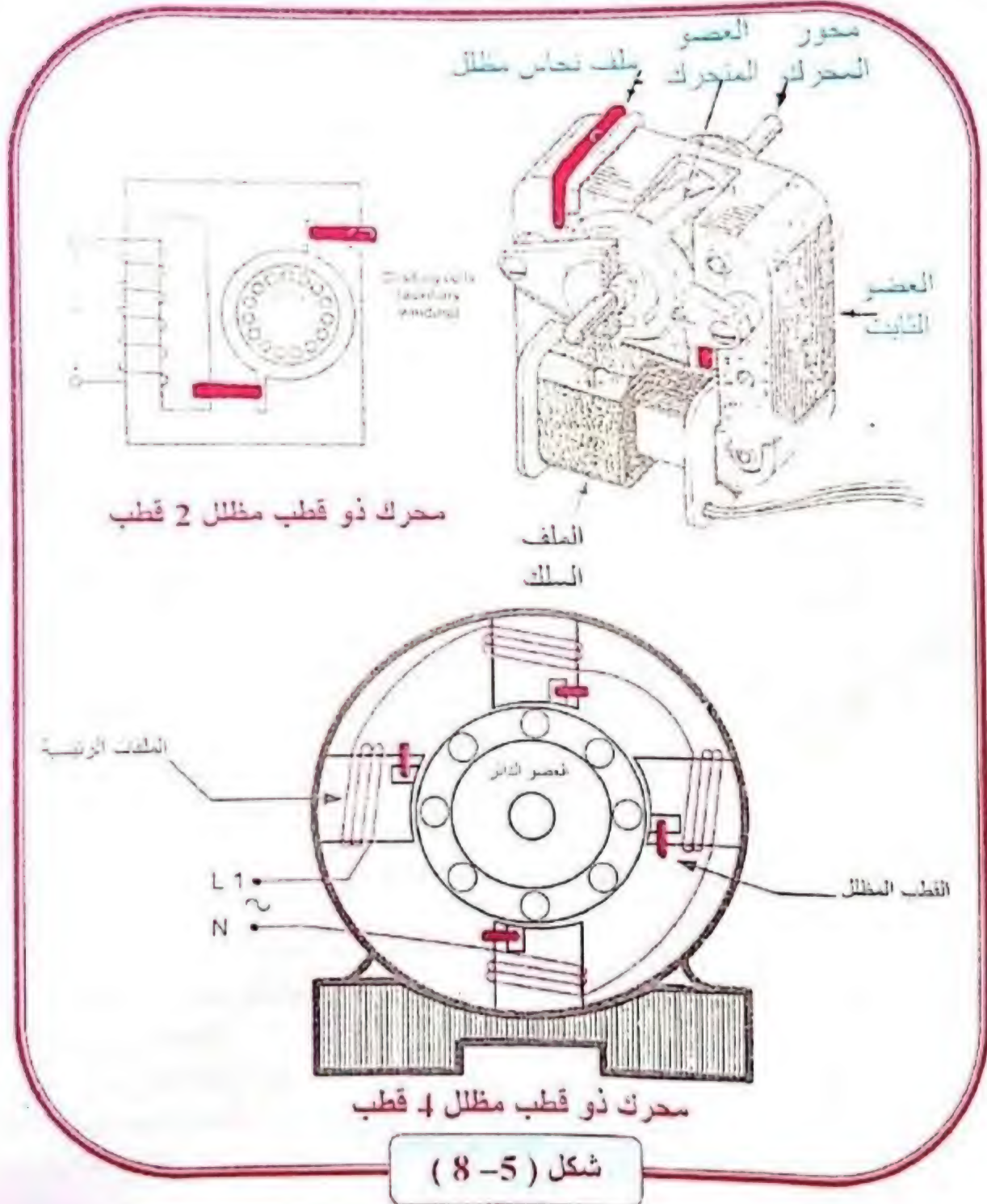
Capacitor Start-and-Run Induction Motor

لتحسين أداء المحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء وزيادة قدرته وتحسين معامل قدرته يستخدم مكثف آخر يستمر في دائرة ملفات التقويم حيث يوصل بالتوازي مع مكثف البدء ومفتاح الطرد المركزي كما هو موضح بشكل (5-7) .
ويسمى هذا المحرك (بالمحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل)



5-1 جـ المحرك الاستنتاجي ذو القطب المظلل Shaded Pole Motor

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك تيار متردد ذو وجه واحد ، وتتراوح قدرته ما بين (0.01 ----- 0.35) من الحصان تقريباً . وهو يستخدم في الاستعمالات التي تحتاج إلى عزم دوران ابتدائي منخفض مثل المراوح ومجففات الشعر وتطبيقات عديدة أخرى . والشكل (5-8) يوضح نوعين من المحرك الاستنتاجي ذو القطب المظلل .



يتكون المحرك ذو القطب المظلل ، مثل أى محرك آخر من عضو ثابت وعضو دائر كما هو موضح بشكل (5-8) . والعضو الثابت من النوع ذو الأقطاب البارزة عادة وهو يتكون من قلب من رقائق الحديد يحتوى على الأقطاب البارزة . التى توضع عليها ملفات السلك . ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من إحدى الجانبين يوضع فيه لفة واحدة من النحاس السميكة يطلق عليها الملف المظلل . ويحتوى كثير من المحركات ذات القطب المظلل على عضو ثابت ذو مجرى توضع فيها الملفات كما هو الحال فى المحرك ذو الوجه الواحد المشطور .

تحتوى كل المحركات ذات القطب المظلل على عضو دائر من النوع ذو القفص السنجاب كذلك التى تستعمل فى المحرك ذو الوجه المشطور ، ولا يحتوى هذا النوع من المحركات على غطاء بين جانبيين فى الغالب ولذا يكون له غطاء كامل . أما الغطاء الآخر فهو مصبوب كجزء من الإطار . ويثبت العضو الدائر على كراسى بلى أو كراسى من ذوات الجلب .

طريقة تشغيل المحرك ذو القطب المظلل :

من المعروف أن المحركات الاستنتاجية تحتاج إلى ملفات مساعدة وذلك لتوليد عزم دوران ابتدائي فى المحرك . ويحتاج المحرك الاستنتاجي ذو القطب المظلل أيضا إلى ملفات بدء ، ولكنها فى هذه الحالة تتكون من لفة واحدة مقفلة من النحاس الغليظ ، موضوعة على أحد الجانبين فى كل قطب من أقطاب العضو الثابت .

ونتيجة لمرور التيار فى ملفات الأقطاب الرئيسية ، يتولد فى لفات الأقطاب المظلمة خلال فترة البدء تيارا بالتأثير ، فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الأقطاب المظلمة مختلف عن المجال المغناطيسى الذى تولده الأقطاب الرئيسية ومن محصلة المجالين ينتج مجال مغناطيسى دائر ، يكفى لإعطاء عزم الدوران الابتدائي المطلوب .

عندما يصل المحرك لسرعته المعتادة يصبح تأثير الملفات المظلمة مهملا .

والملف المظلل شكل (5-9) يتكون من حلقة نحاسية منخفضة المقاومة ومدفونه فى أحد جوانب من أقطاب العضو الثابت ، وهى تستخدم لتوليد العزم الضرورى لبدء التشغيل . فعندما يزداد التيار فى الملفات الرئيسية ينتج تيارا تأثيريا فى الملف المظلل . وهذا التيار يعاكس المجال المغناطيسى المتنامى فى جزء القطب المحيط . وهذا ينتج حالة الفيض المغناطيسى الموضحة فى شكل (5-9) حيث يكون الفيض مزدحما بعيدا عن هذا الجزء من القطب والمحيط بالملف المظلل .

تصنع هذه المحركات بقطبين ، أو أربعة أقطاب أو ستة أو ثمانية أقطاب بحيث يتم توصيل الأقطاب المجاورة بطريقة تعكس قطبيتها وشكل (5-9) يوضح محرك ذو أربعة أقطاب بارزة وعليها الملفات المظلمة .

ويمكن تصنيع هذا النوع من المحركات بأقطاب غير بارزة أى بواسطة مجارى توضع فيها الملفات الرئيسية والمظلمة فى الإطار الخارجى . بحيث تحتل الملفات المظلمة حوالى ثلث عمق مجرى القطب على جانب منه .



شكل (5-9)

عكس حركة المحرك ذو القطب المظلل :

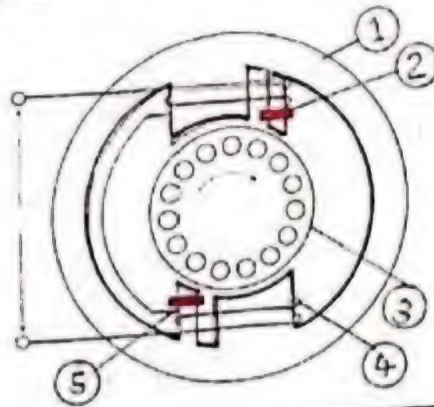
يتم عكس الحركة بفك ودوران القطب المغناطيسي 180° حيث أنه في هذا المحرك تكون الحلقات النحاسية المقصورة التي تقوم بعمل ملفات البدء ليس لها أطراف والمجال الناشئ عنها يكون بالاستنتاج وتبعاً لإتجاه ملفات التشغيل ولذلك لا يمكن عكس إتجاه الحركة بعكس التيار في ملفات التشغيل

استخدام المحرك ذو القطب المظلل :

يستخدم في القدرات الصغيرة مثل آلات المطبخ والمراوح

أسئلة على المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه

- 1- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجي احادى الوجه ذو الوجه المشطور وفيما يستخدم ؟
- 2- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجي احادى الوجه ذو مكثف البدء وكيف يمكن تحسين معامل قدرته ؟
- 3- اشرح مع الرسم تركيب وكيفية تشغيل مفتاح الطرد المركزي فى المحرك الاستنتاجي احادى الوجه
- 4- اشرح مع الرسم تركيب المحرك الاستنتاجي احادى الوجه ذو القطب المظلل
- 5- كيف يمكن عكس حركة المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد
- 6- بين بالرسم المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور - اشرح كل من :
تركيبه - عمله - طريقة عكس حركته
- 7- اشرح نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجي ذو القطب المظلل ، وكيف يمكن عكس حركته .
- 8- اذكر فائدة القطب المظلل فى المحرك
- 9- اذكر مع الرسم تركيب وفائدة كل جزء للمحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء
- 10- قارن بين المحرك الاستنتاجي ذو الوجه المشطور والمحرك الاستنتاجي ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل
- 11- علل لما يأتى :
أ- لا يصلح المحرك ذو القطب المظلل للقدرات الكبيرة
ب- لا يدور المحرك الاستنتاجي ذو الوجه الواحد بملفات التشغيل فقط
ج- تعزل رقائق العضو الثابت عن بعضها
د- مساحة مقطع ملفات البدء صغيرة بالنسبة لملفات التشغيل
هـ - لا تنعكس حركة المحرك الاستنتاجي وجه واحد اذا تم عكس اتجاه التيار فى ملفى البدء والتشغيل معاً
و- من الصعب عملياً عكس حركة المحرك ذو القطب المظلل
- 12- الرسم يوضح أحد المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه - اذكر نوعه ثم اكتب ما تعنيه الأرقام التى على الرسم



Commutator Motors

3-5 المحركات ذات عضو التوحيد

التركيب :

العضو الدائر فى هذا النوع يشبه تماماً العضو الدائر فى آلات التيار المستمر وتتركب المحركات ذات عضو التوحيد من الأجزاء التالية :

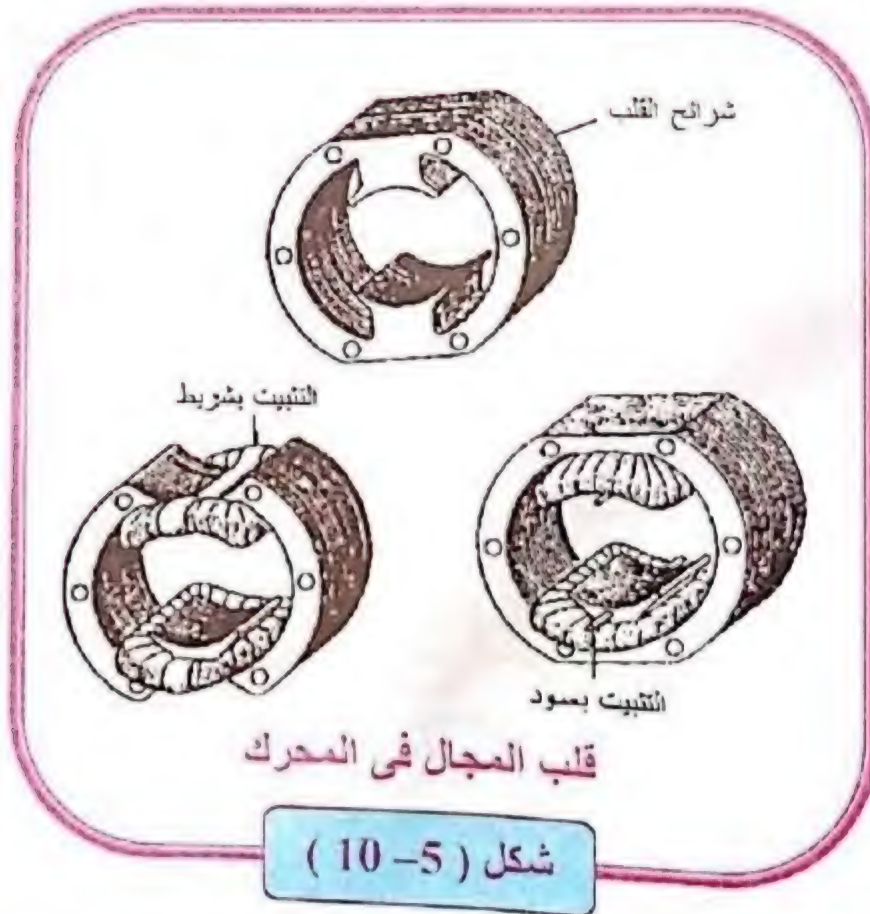
- 1- الإطار
- 2- قلب المجال
- 3- المنتج
- 4- الغطاءين الجانبيين

1- الإطار :

عبارة عن غلاف من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر (جسم المحرك) وحجمه كبير لدرجة أنه يستطيع أن يحمل رقائق قلب المجال . وتثبت أقطاب المجال فى الإطار عموماً بواسطة مسامير تنفذ فيه . وغالباً ما يكون الإطار جزءاً مكتملاً للماكينة التى تحمله .

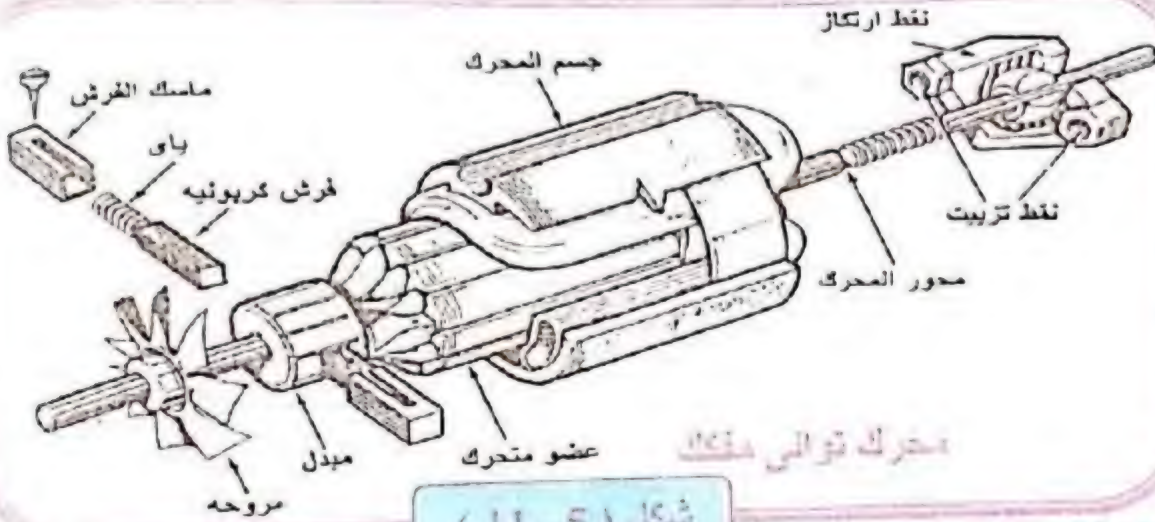
2- قلب المجال :

ويتكون قلب المجال (العضو الثابت) الموضح بشكل (5-10) من رقائق تضغط جيداً ، ثم ترتبط بمسامير برشام أو مسامير بصواميل . وتصمم الرقائق بحيث تحتوى على قطبى المجال لمحرك دى القطبين . وقلب المجال يثبت فى داخل إطار أو جسم المحرك



3- المنتج :

والمنتج (العضو المتحرك) شبيه بمنتج محرك تيار مستمر صغير ، كما هو موضح بشكل (5-11) وهو يتكون أساساً من قلب من الرقائق ، يحتوى على مجارى معتدلة أو مائلة على محور المحرك وعضو تبديل (Commutator) توصل إليه أطراف ملفات المنتج . وكل من قلب المنتج وعضو التبديل مثبتان معاً على عمود الدوران .



شكل (5-11)

4- الغطاءين الجانبيين :

يتم تثبيت المنتج محورياً حر الحركة داخل قلب المجال للمحرك ميكانيكياً ، وذلك بواسطة الغطاءان الجانبيان على جانبي الإطار ويحفظان في مكانهما بواسطة مسامير قلاووظ ويحتوى الغطاءان على الكرسيين ، وهما عادة بلى أو ذو جلبة حيث يدور فيهما عمود المنتج . ويحتوى كثير من محركات ذات عضو التوحيد على غطاء جانبي يصب كجزء من الإطار ، وبذلك يمكن رفع غطاء جانبي واحد في هذا النوع من المحركات ، تثبت حوامل الفرش بالمسامير عادة في الغطاء الجانبى الأمامى كما فى شكل (5-12) .

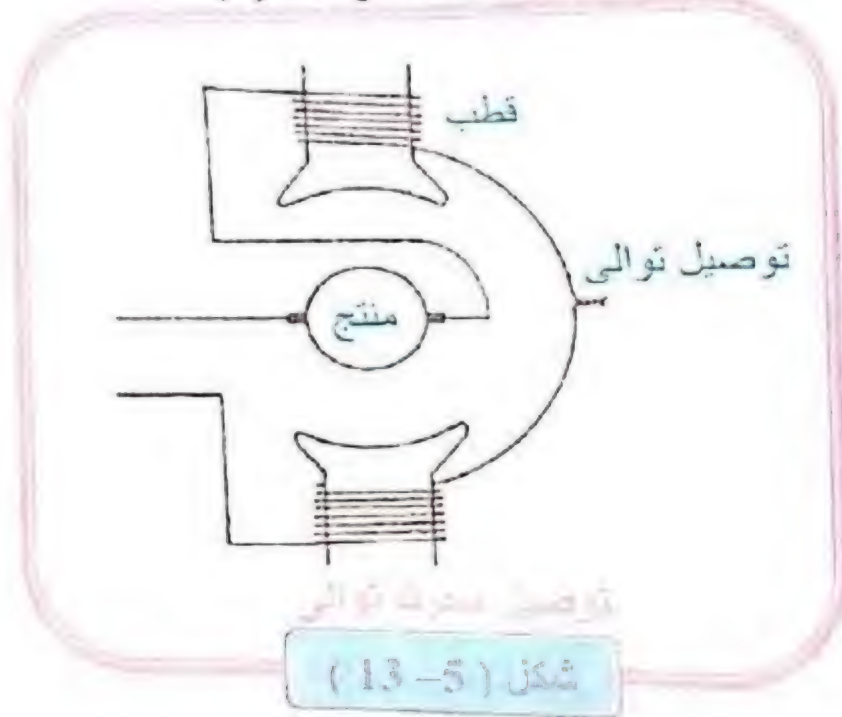


شكل (5-12)

(1) محرك التوالى :

هو تماماً محرك تيار مستمر نوع توالى شكل (5-13) يوصل العضو الثابت مع العضو الدائر على التوالى . معنى ذلك أنه يمكن تشغيل محركات التيار المستمر من مصدر تيار متردد . ورغم أن محرك التوالى يعطى نتائج أفضل حيث يكون تيار المنتج والتدفق المغناطيسى لملفات المجال فى اتفاق وجهى إلا أنه عند تشغيل محرك التوالى على التيار المتردد تصادفنا بعض المشاكل التى يجب التغلب عليها مثل :

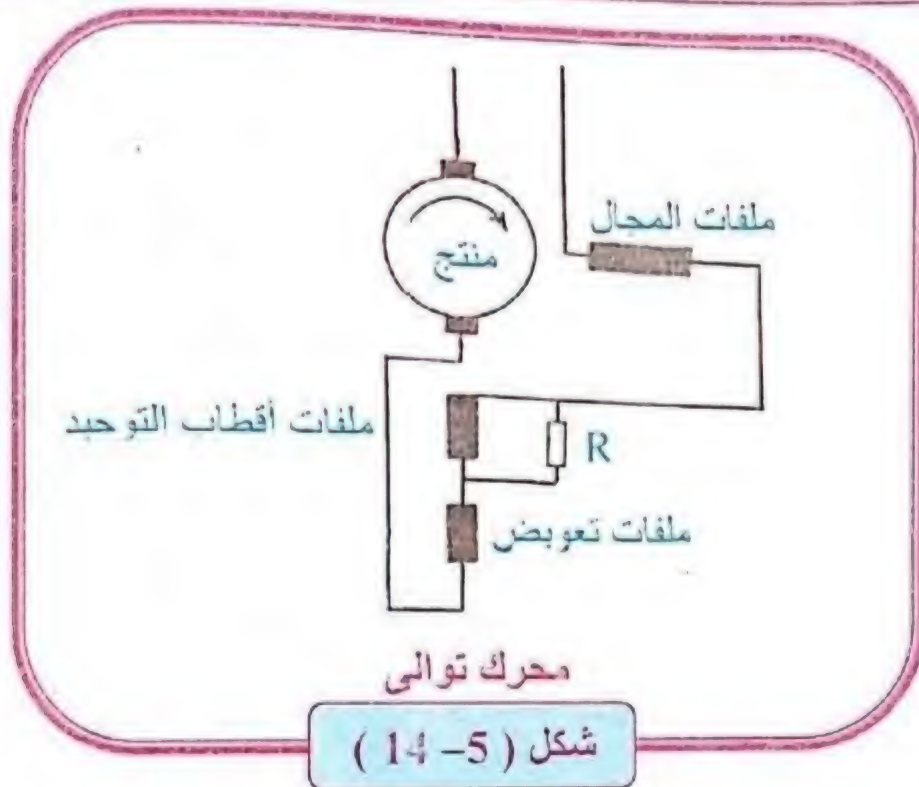
1- يحدث شرر عند فرش محرك التوالى عند تغذيته من مصدر تيار متردد نتيجة للجهد المستحث فى الملفات المقصورة بالفرش وانتلافى ذلك يوصل كل ملف بقطع عضو التوحيد عن طريق موصلات ذات مقاومة عالية .



شكل (5-13)

2- ينتج فقد جهد كبير فى ممانعة دائرة المنتج نتيجة لفيض رد فعل عضو الاستنتاج الناشئ عن تيار عضو الاستنتاج المتردد ويمكن منع أو تقليل فقد الجهد فى تلك الممانعة فى محركات التوالى الكبيرة بتركيب ملف تعويض يوصل على التوالى بملفات المنتج وملفات المجال كما فى شكل (5-14) وتوضع ملفات التعويض فى أوجه الأقطاب متوازية مع موصلات المنتج

3- المجال المغناطيسى المتردد سوف يسبب مفايد كبيرة نتيجة التيارات الاقصارية فى الدائرة المغناطيسية (هيكل المحرك والأقطاب المغناطيسية) وهذا يمكن التغلب عليه بصنع محرك التوالى من مواد لها مذاب حث مغناطيسى منخفضة وتجمع الدائرة المغناطيسية كلها من رقائق معزولة من الباب السليكونى .



- 4- ينخفض معامل القدرة $\cos\phi$ نتيجة للممانعة الكبيرة لملفات المجال وملفات المنتج. وتقلل ممانعة المجال المغناطيسي بتقليل عدد لفات المجال كما يمكن وضع مقاومة بالتوازي مع كل قطب من أقطاب التوحيد كما في شكل (5-14).
- 5- اذا دار المحرك بدون حمل تزيد سرعته زيادة فائقة ويتعرض للتلف والتفكك.

عكس حركة محرك التوالي :

لعكس حركة المحرك التوالي يتم عكس اتجاه التيار إما من المنتج أو المجال والطريقة المستخدمة هي عكس اتجاه التيار في الفرش الكربونية حيث يؤدي ذلك إلى تغيير اتجاه التيار في المنتج فيتم عكس الحركة.

(ب - 1) المحرك التنافري Repulsion Motor

مقدمة :

سمى هذا المحرك بالتنافري لأن عزم دورانه مستمد من تنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهة لأقطاب العضو الثابت وأقطاب العضو الدوار.

أنواع المحركات التنافرية :

- محرك تنافري
- محرك تنافري البدء استنتاجي الحركة
- محرك تنافري استنتاجي

تركيب المحرك التنافري :

تتركب جميع المحركات التنافرية من الأجزاء الرئيسية الآتية :

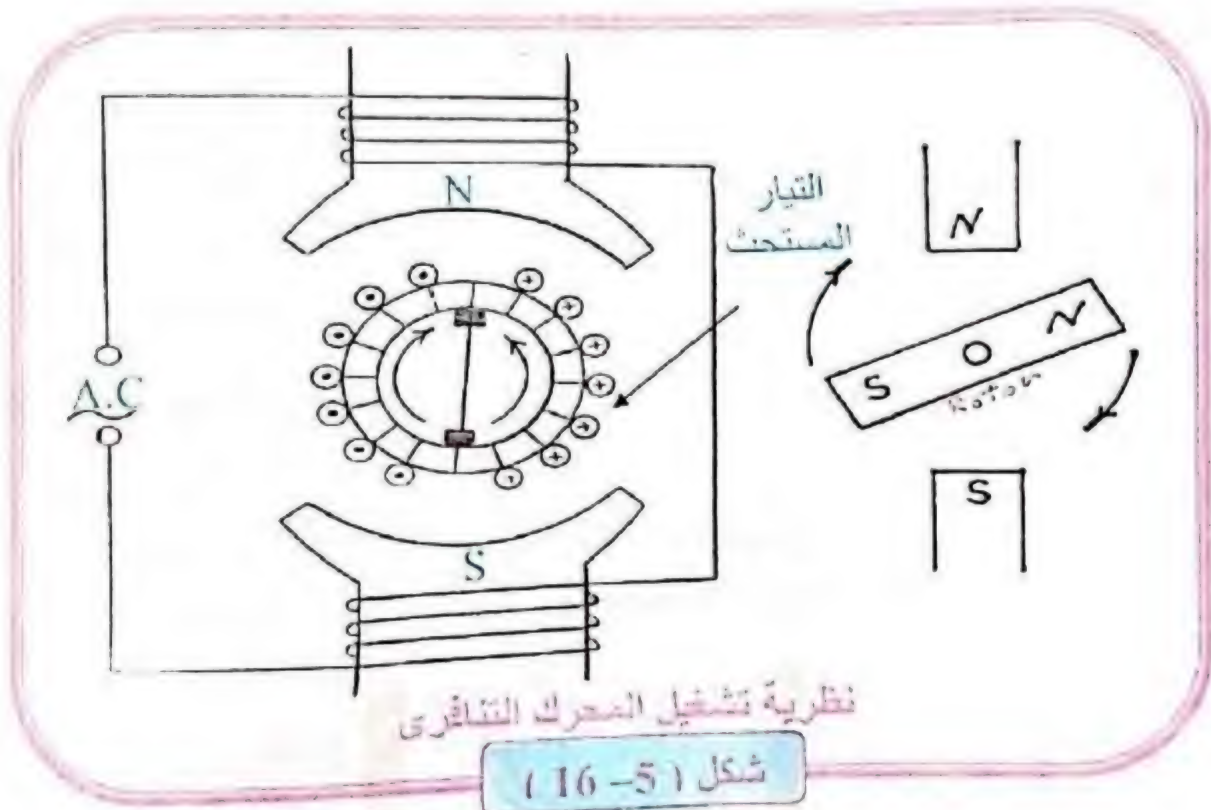
- 1- عضو ثابت :
يحتوى على ملفات تشغيل رئيسية تشبه ملفات الحركة فى المحرك الاستنتاجى ذو الوجه الواحد
 - 2- عضو دائر :
يشبه فى تركيبه العضو الدائر فى آلات التيار المستمر حيث يتركب من اسطوانة مجمعة من رقائق الصلب السليكونى المعزولة عن بعضها وعن محور الدوران . فى مجارى الدائر موصلات تتصل بعضو التوزيع (التوحيد) وغالبا المجارى مائلة على المحور لكى تقلل من الطنين المغناطيسى
 - 3- عضو التوزيع (التوحيد) :
وهو من لامات نحاسية موازية للمحور ومعزولة عن بعضها وعن المحور ، يلحم بها أطراف موصلات المنتج .
 - 4- غطاءان جانبيان :
يحملان كراسى المحاور لحمل المنتج (العضو الدائر)
 - 5- فرش كربونية وحواملها :
لتحدث قصر على قطاعات التوحيد بخلاف فرشيتين متصلتين بملفات التعويض إن وجدت بالمحرك
- وشكل (5-15) يوضح دائرة محرك تنافرى له ملفات تعويض



وفى بعض أنواع المحركات التنافرية توجد ملفات منفصلة على العضو الثابت يطلق عليها ملفات التعويض وهى أصغر من الملفات الرئيسية وتوصل بفرشتين راكبتين على عضو التوحيد ويكون الغرض من ملفات التعويض هو رفع معامل القدرة وتقليل الشرر بين الفرش وعضو التوحيد

نظرية تشغيل المحرك التنافري :

عند تغذية العضو الثابت بتيار متردد وجه واحد من المصدر شكل (5-16) يتولد مجال مغناطيسي يقطع ملفات المنتج الدائر فيتولد بها (ق.د.ك) مستتجه تمرر تياراً بملفات المنتج المقصورة على نفسها بواسطة الفرش المقصورة فينشأ عنها مجال مغناطيسي ويكون للأقطاب التي في العضو الثابت وعلى العضو الدوار (المنتج) نفس القطبية ، مما يؤدي إلى حدوث عزم دوران تنافري (ناتج عن تنافر الأقطاب المغناطيسية المتشابهة القطبية) وهو الذي يستمد منه المحرك تسميته بالمحرك التنافري .



عكس حركة المحرك التنافري :

لعكس حركة المحرك التنافري يوقف تماماً ، ثم يغير اتجاه تحريك الفرش عكس وضعها قبل عكس الحركة أي عكس اتجاه الدوران .

خواص المحرك التنافري :

- 1- عزم بدء الحركة له كبير
- 2- حركته عند البدء انسيابية (بنعومة)
- 3- تيار بدء حركته منخفض

- 4- يمكن تنظيم سرعته عن طريق تحريك الفرش
5- يمكن عكس حركته بواسطة تحريك الفرش في عكس اتجاه الدوران

(ب-2) المحرك التنافري البدء الاستنتاجي الحركة :

يبدأ هذا المحرك حركته كمحرك تنافري ، وعندما تصل سرعته إلى حوالي 75% من سرعته المقننة ترفع الفرش بعيداً عن عضو التوحيد بمفتاح طرد مركزي ثم يقصر عضو التوحيد بحلقة نحاسية ، حينئذ يعمل المحرك كمحرك استنتاجي بقفص سنجابي بنفس خصائص العزم/السرعة لهذا النوع من المحركات . ويحدث الانتقال من خصائص المحرك التنافري إلى خصائص المحرك الاستنتاجي بمجرد رفع الفرش ودفع حلقة نحاسية لعمل قصر على عضو التوحيد لجعله قفص سنجابي .

ويوجد المحرك التنافري البدء الاستنتاجي الحركة على نوعين :

أ- ذى فرش مرفوعة:

حيث ترفع الفرش بعيداً عن عضو التوحيد عندما تصل سرعة المحرك إلى 75% من سرعته المقننة ثم عمل قصر على قطاعات التوحيد .

ب- ذى الفرش الراكبة :

حيث تتركز فيه الفرش على عضو التوحيد بصفة دائمة ومفتاح الطرد المركزي يدفع بحلقة نحاسية لقصر قطاعات التوحيد بعدما تصل سرعة المحرك 75% من السرعة المقننة ولا تستعمل هذه الطريقة إلا في المحركات الصغيرة فقط . وعلى الرغم من أن الفرش تتركب على عضو التوحيد طول فترة التشغيل إلا أنه لا يمر أي تيار في الفرش بمجرد أن يصل المحرك إلى سرعته المقننة .

خواص المحرك التنافري البدء الاستنتاجي الحركة :

1- عزم دوران ابتدائي قوى

2- سرعته ثابتة

(ب-3) المحرك التنافري الاستنتاجي :

المحرك التنافري الاستنتاجي هو محرك تنافري عادي لكن يضاف للعضو الدائر ملف بقفص سنجابي مثل المحرك الاستنتاجي . وتكون قضبان القفص السنجابي المقصورة على نفسها في مجارى أسفل المجارى التي بها الملفات المتصلة بعضو التوحيد ، ويؤثر كل من الملفين أثناء دورة التشغيل الكاملة للمحرك . فعند توصيل التيار المتردد احادى الوجه للعضو الثابت يبدأ المحرك الحركة كمحرك تنافري للحصول على عزم بدء قوى. ولوجود القفص السنجابي فإننا نحصل على سرعة ثابتة تقريباً ، ويكون للمحرك

عزم بدء حركة كبير وتيار بدء حركة أكبر قليلاً من حالة المحرك التنافرى . وتتشابه خصائص العزم/الانزلاق للمحرك التنافرى الاستنتاجى مع تلك التى للمحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة من حيث أن خصائص المحرك التنافرى تسود حتى $\frac{2}{3}$ السرعة المقننة وأعلى من تلك السرعة تأخذ خصائص المحرك شكل خصائص المحرك الاستنتاجى ويحدث الانتقال من خصائص المحرك التنافرى إلى خصائص المحرك الاستنتاجى تدريجياً بدون تغيير مفاجئ . يعمل المحرك التنافرى الاستنتاجى عند الأحمال الخفيفة بسرعة أعلى قليلاً من سرعة التزامن نتيجة للخصائص التنافرية وعندما تزداد سرعة المحرك على سرعة التزامن . تحدد الزيادة بفعل المحرك الاستنتاجى ذو القفص السنجابى .

١ خواص المحرك التنافرى الاستنتاجى :

- 1- عزم بدء حركة قوى
- 2- سرعته ثابتة
- 3- يحدث التحويل من خصائص المحرك التنافرى إلى خصائص المحرك الاستنتاجى تدريجياً (بنعومة)
- 4- عدم استخدام مفتاح طرد مركزى لعمل قصر على قطاعات عضو التوحيد

الاستخدامات العامة للمحركات التنافرية

- 1- فى المضخات والمراوح
- 2- فى أجهزة التكيف والتبريد
- 3- فى آلات الجر الكهربى (التسيير الكهربى)
- 4- فى جميع الحالات التى تتطلب عزم بدء قوى

٢ (ج) المحرك العام :

هو محرك التيار المستمر نوع التوالى فهو يستمر فى الدوران بنفس الاتجاه اذا انعكست قطبية توصيلات الخط ، لأن التيار سوف ينعكس فى ملفات المنتج وملفات المجال على السواء . معنى هذا انه يمكن تشغيل محركات التيار المستمر من مصدر تيار متردد وأن محرك التوالى يعطى نتائج أفضل حيث يكون تيار المنتج والتدفق المغناطيسى لملفات المجال فى اتفاق وجهى .

تركيب المحرك العام :

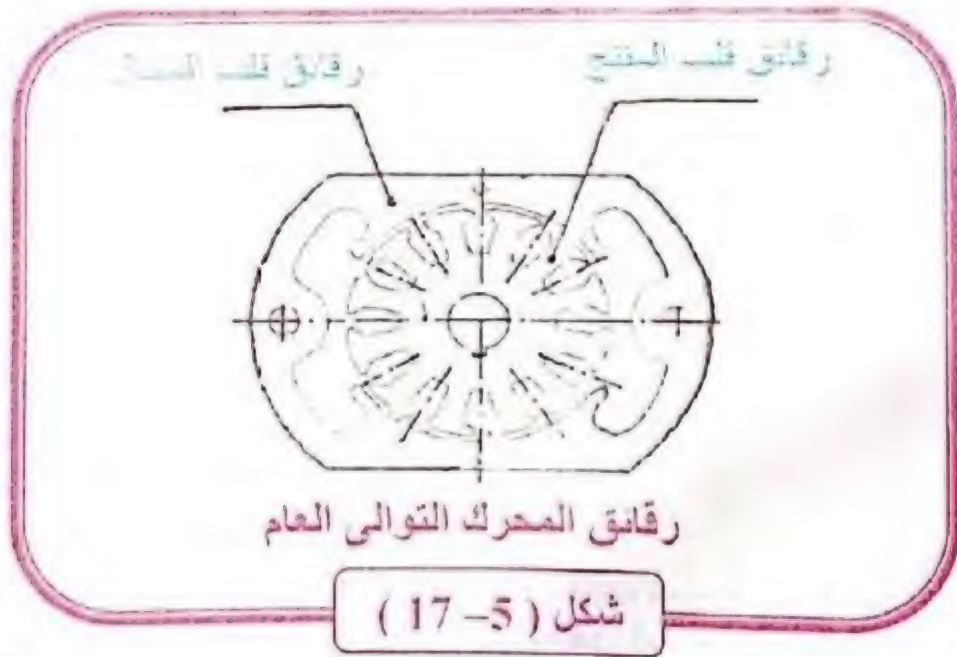
يوجد نوعان من المحرك العام يختلفان فقط في شكل قلب ملفات المجال أحدهما ذو الأقطاب البارزة والآخر ذو المجال الموزع .

يتركب المحرك العام ذو الأقطاب البارزة من الأجزاء الآتية :

- 1- الهيكل الخارجى
- 2- قلب المجال (الأقطاب)
- 3- المنتج
- 4- عضو التوحيد (عضو التوزيع)
- 5- الفرش وحواملها
- 6- الغطاءان الجانبيان

1- **الهيكل الخارجى :** يصنع من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر وفائدته حمل قلب المجال المغناطيسى التى تثبت فيه بواسطة مسامير معزولة .

2- **قلب المجال :** ويجمع من رقائق رفيعة معزولة من الصلب السليكونى لتقليل التيارات الاعصارية وتصمم الرقائق بحيث تحتوى على أقطاب المجال كما فى شكل (5-17) الذى يوضح شكل الرقائق لمحرك ثنائى الأقطاب .



3- **عضو الاستنتاج :** هو مماثل تماما لعضو استنتاج محرك تيار مستمر ويتكون من رقائق مثبتة على عمود الدوران بالرقائق مجارى بها موصلات تتصل بعضو التوحيد كما هو موضح بشكل (5-13) السابق

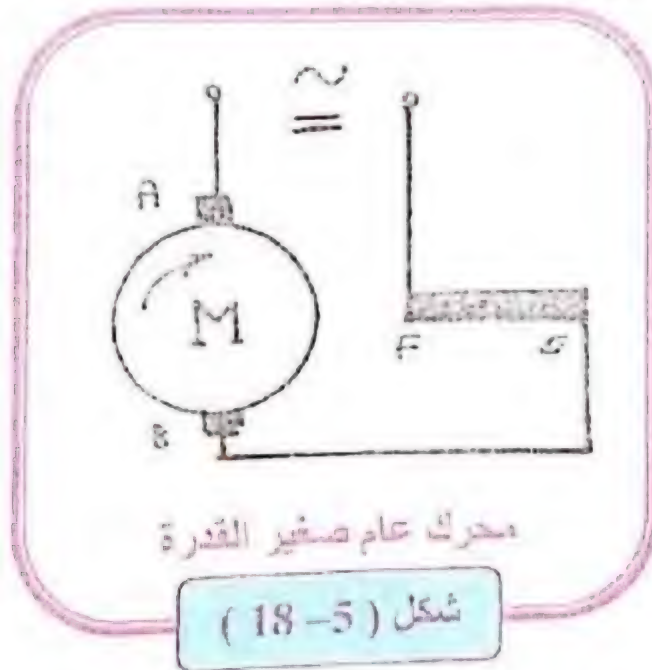
4- **عضو التوحيد** : وهو اسطوانى مجمع من لامات نحاسية معزولة عن بعضها وعن المحور .

5- **الفرش** : لتوصيل التيار إلى عضو التوحيد ومنها لموصلات المنتج

6- **الغطاءان الجانبيان** : يحتويان على كراسى المحاور وتثبت الفرش فى الغطاء الجانبى الأمامى.

أما المحرك ذو المجال الموزع فلا يختلف إلا فى أن عضوه الثابت يشبه فى التركيب العضو الثابت للمحرك ذو الوجه المشطور .

وللتغلب على الشرر الزائد للفرش تتركب ملفات تعويض أو ملفات أقطاب توحيد أو الأثنين معاً وذلك فى المحركات الكبيرة كما فى شكل (5-14) وشكل (5-18) يوضح الدائرة الكهربائية البسيطة لمحرك عام ذو قدرة كسرية .



نظرية تشغيل المحرك العام :

المحرك العام يعمل على التيار المتردد أو التيار المستمر عند توصيل التيار (متردد - أو - مستمر) للمحرك تتفاعل خطوط القوى المغناطيسية المتولدة بواسطة ملفات المجال مع خطوط القوى المتولدة من المنتج بحيث ينتج عزم دوران يدور المحرك بعزم بدء قوى .

ويمكن التحكم فى سرعة المحرك العام عن طريق مقاومة متغيرة توصل على التوالى مع المحرك أو باستعمال نقط تقسيم على ملفات المجال أو بالضرق الألكترونية (تدرس فى معمل الكهرباء) .

استعمالات المحرك العام :

يتم تصنيع المحرك العام بقدرات صغيرة تتراوح بين (5 إلى 250) وات للاستخدامات المنزلية في الخلاطات ومضارب البيض وآلات الخياطة والمكانس الكهربائية .
يستعمل المحرك العام في القدرات الكبيرة في التسيير الكهربى لتشغيل آلات الجر الكهربى والقطارات الكهربائية .

أسئلة على المحركات ذات عضو التوحيد

- 1- اذكر تركيب محرك ذو عضو توحيد عامة
- 2- ما فائدة الاطار الخارجى للمحرك ذو عضو التوحيد وهل هو مسار للمجال المغناطيسى ؟
- 3- حدد وظيفة قلب المجال للمحرك ذو عضو التوحيد
- 4- اذكر تركيب المنتج فى المحرك ذو عضو التوحيد
- 5- ما هى وظيفة الفرش الكربونية فى المحرك ؟
- 6- هل يمكن تشغيل محرك التيار المستمر بالتيار المتردد ولماذا ؟
- 7- كيف أمكن التغلب على مفايد التيارات الاصلارية فى حالة تشغيل المحرك على التيار المتردد ؟
- 8- ما هى فائدة ملفات التعويض فى المحركات ذات عضو التوحيد ؟
- 9- أين توضع ملفات التعويض فى المحرك ؟
- 10- لماذا ينخفض معامل القدرة فى المحرك التوالى وكيف تم معالجة ذلك ؟
- 11- لماذا سمي المحرك التنافرى بهذا الاسم ؟
- 12- حدد أنواع المحركات التنافرية
- 13- اشرح نظرية تشغيل المحرك التنافرى
- 14- كيف يتم عكس حركة المحرك التنافرى ؟
- 15- اذكر خواص المحرك التنافرى
- 16- وضح تركيب المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة وما فائدة مفتاح الطرد المركزى فى هذا المحرك
- 17- ما هى خواص المحرك التنافرى البدء الاستنتاجى الحركة ؟
- 18- اذكر تركيب المحرك التنافرى الاستنتاجى وما هى خواصه
- 19- ما الفرق فى خواص التشغيل بين المحرك التنافرى والمحرك التنافرى الاستنتاجى ؟
- 20- اذكر تركيب المحرك العام
- 21- اشرح نظرية عمل المحرك العام
- 22- اذكر استخدامات المحرك العام فى القدرات الصغيرة والقدرات الكبيرة

معمل آلات كهربائية ووقاية

عدد الحصص : (1) حصة واحدة أسبوعيا

يحتوى على التجارب التالية :

التجربة الأولى :

اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل

التجربة الثانية :

اختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة التحميل
(حمل مادي - حمل حثي)

التجربة الثالثة :

ادخال مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة بالتوازي باستخدام
(المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب)

التجربة الرابعة :

اختبار المحرك الاستنتاجي ثلاثى الأوجه لإيجاد العلاقة بين:
(العزم - السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم - تيار الحمل)

التجربة الخامسة :

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي قفص سنجاب بعدة طرق

التجربة السادسة :

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي عضو دائر ملفوف

التجربة السابعة :

عكس حركة محرك ثلاثى الأوجه

التجربة الثامنة :

تحويل محرك استنتاجي ثلاثى الأوجه إلى محرك وجه واحد

التجربة التاسعة :

اختبار المحرك العام

التجربة العاشرة :

التحكم فى سرعة محرك تيار مستعر باستخدام الثايرستور

متطلبات الأمان فى المعمل

هام جداً

إن الانتباه وأخذ الحذر من عوامل الأمان الضرورية لأى إنسان موجود فى معمل الكهرباء ولذلك يجب على الطالب أثناء تواجده فى المعمل مراعاة عدة نقاط سواء أثناء تجهيز التجارب أو أثناء إجرائها ويمكن تلخيص هذه النقاط كالآتى :

أولاً : إجراءات يجب مراعاتها عند تجهيز التجربة :

- 1- عمل دراسة مبدئية للتجربة من حيث احتياجات التجربة من الأجهزة والمعدات اللازمة حتى يمكن عمل التجربة مع تحديد المدى اللازم لكل جهاز حتى يناسب متطلبات التجربة ولا يسبب أى تلفيات فى حالة استخدام أجهزة قياس ذات تدريج أقل من المطلوب لإجراء التجربة .
- 2- عند بدء التجربة يجب ابعاد أى أجهزة لا تحتاج إليها التجربة
- 3- عند توصيل أسلاك التوصيل بين مكونات التجربة يجب أن يكون مصدر التغذية مفصلاً .
- 4- بعد الانتهاء من التوصيلات وقبل توصيل التيار الكهربى يجب مراجعة التوصيلات بدقة ويفضل الاستعانة بالسيد المهندس المشرف على المعمل للتأكد من سلامة التوصيل
- 5- يجب عمل اختبار مبدئى للأجهزة المستخدمة وإستبعاد أى جهاز تالف كما يجب ضبط الأجهزة على صفر التدريج .
- 6- يجب أن يتم رسم الدائرة بدقة قبل التوصيلات

ثانياً : إجراءات يجب مراعاتها أثناء إجراء التجربة :

- 1- عند بدء اجراء التجربة وصل المصدر بحذر ثم وصل مراحل التجربة الواحدة تلو الأخرى بنفس الترتيب
- 2- عند إجراء عمليات القياس يجب أن يتم أخذ القراءات بطريقة صحيحة حيث يجب النظر عمودياً على المؤشر وعند ثبات المؤشر وذلك بالنسبة للأجهزة غير الرقمية .
- 3- عند أخذ القراءات للأجهزة المختلفة سجلها أولاً بأول وبالترتيب وذلك فى كراسة المعمل

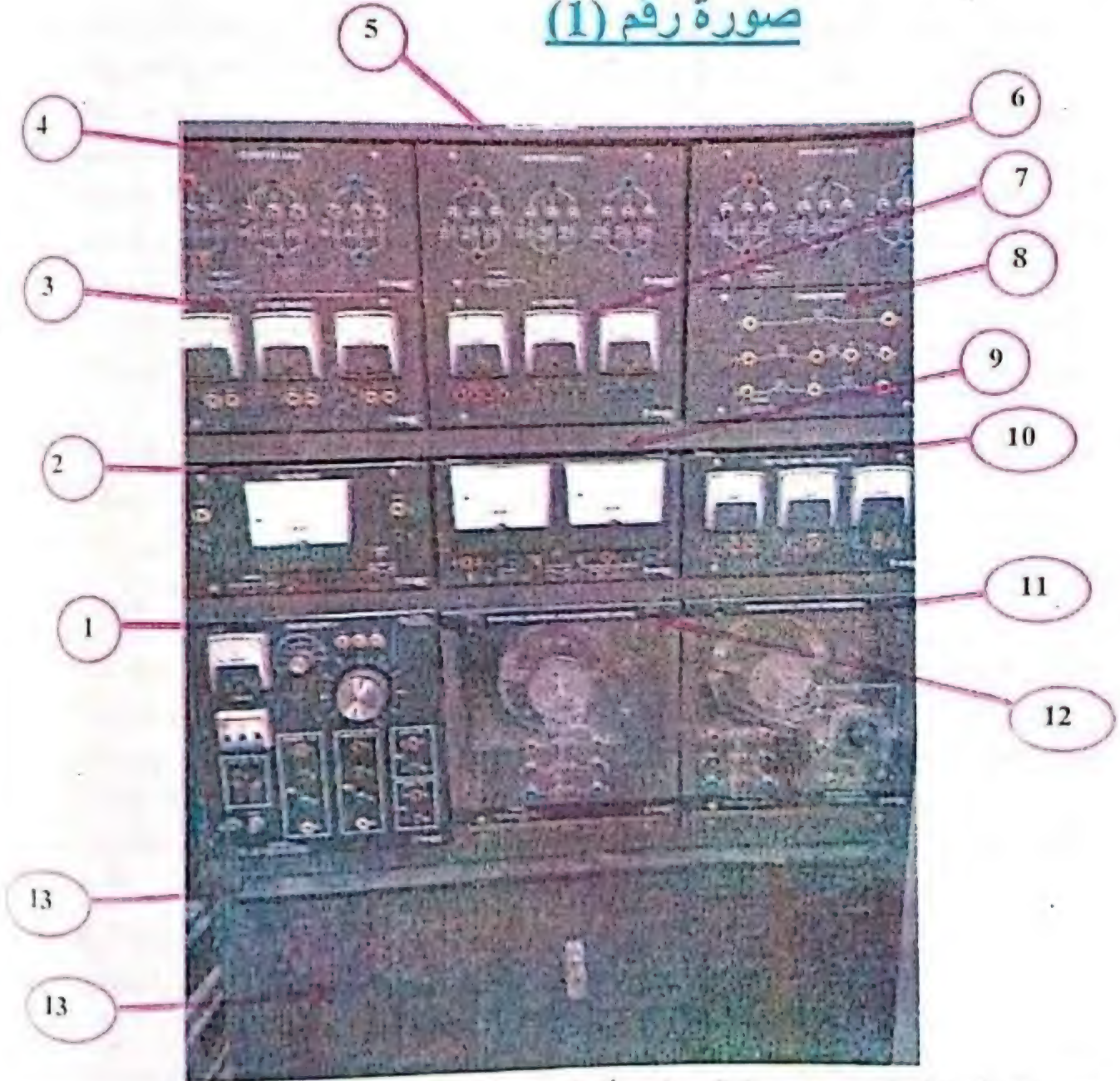
ثالثاً : بعد انتهاء التجربة :

- 1- قم بفصل مصدر التيار الكهربى
- 2- ارفع التوصيلات المستخدمة وقم بإعادة الأجهزة إلى أماكنها الأصلية
- 3- نظف مكان التجربة

معمل Lab Volt

عزيزى الطالب فيما يلى صور لبعض الأجهزة والمعدات الموجودة فى المدارس المتوفرة بها معمل Lab Volt .
بمساعدة المعلم قم بالتعرف على كل جهاز أو معدة واكتب ما تشير إليه الأرقام فى أسطر التقرير المرفق بعد كل صورة

صورة رقم (1)



صورة رقم (١) توضح وحدة المعمل ، أكمل كتابة التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (1)

--1
--2
--3
--4
--5
--6
--7
--8
--9
--10
--11
--12
--13

صورة رقم (2)



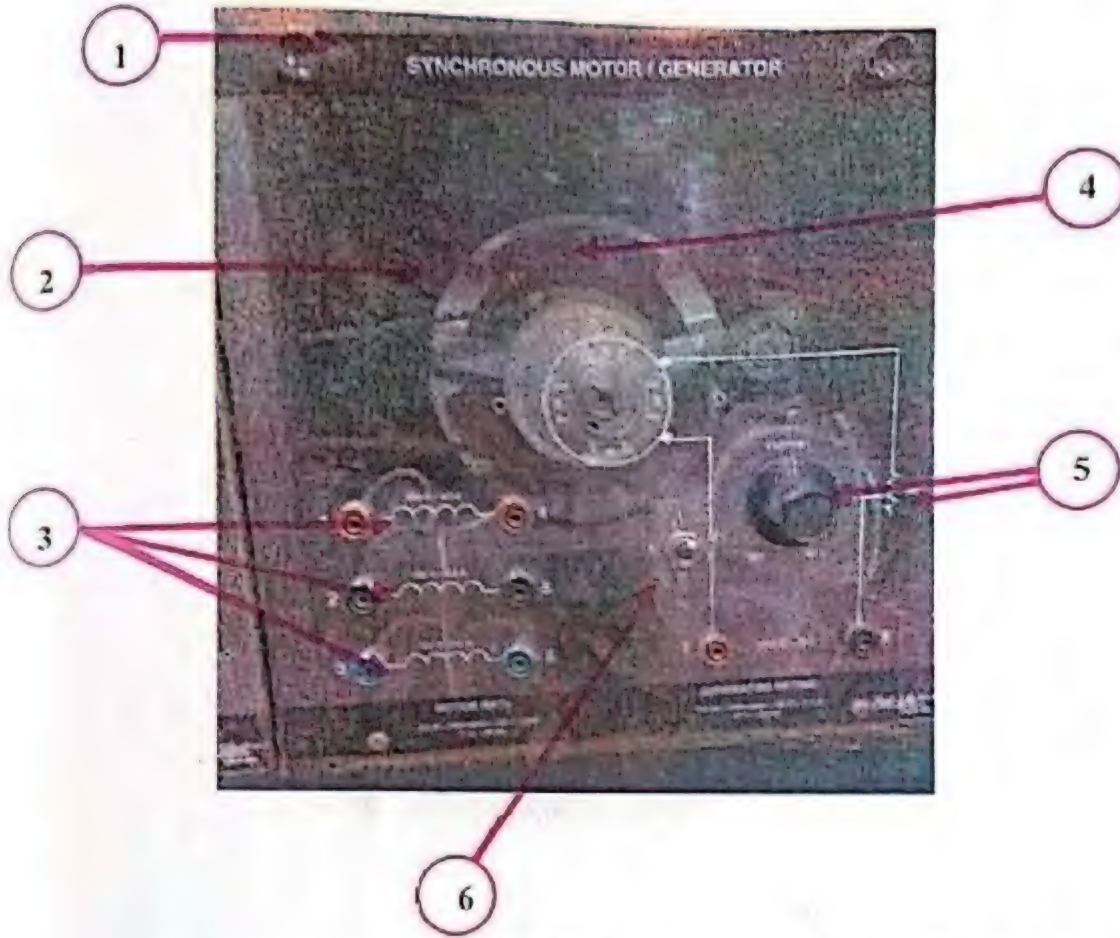
أكمل الآتي بمساعدة السيد المدرس

- أ - اسم الوحدة في صورة (2) وأهميتها في المعمل
- ب - أكتب ما تعنيه الأرقام التي تشير إلى أجزاء الوحدة الموضحة في صورة رقم (2) في التقرير التالي

تقرير صورة رقم (2)

- -1
- -2
- -3
- -4
- -5
- -6
- -7
- -8
- -9
- -10
- -11
- -12
- -13

صورة رقم (3)

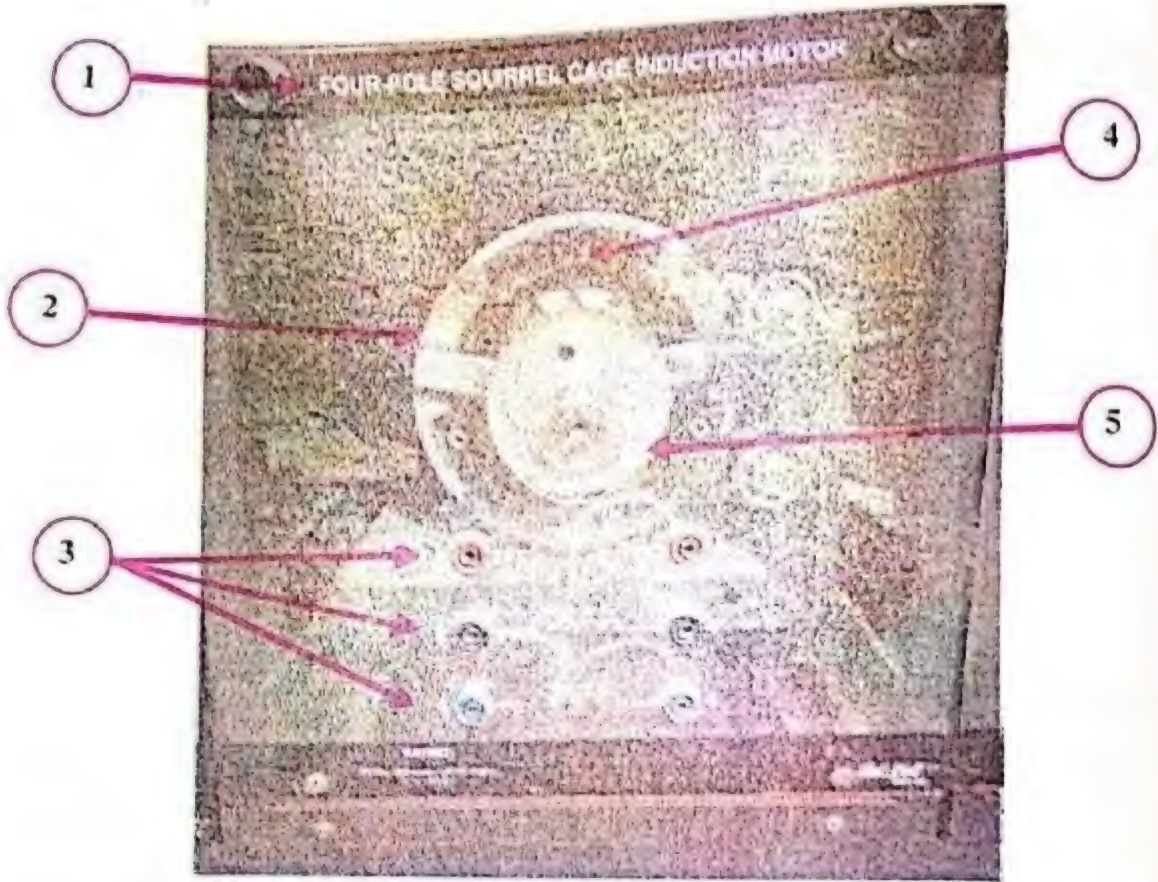


أكمل : أسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (3) هو
أكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (3)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-

صورة رقم (4)

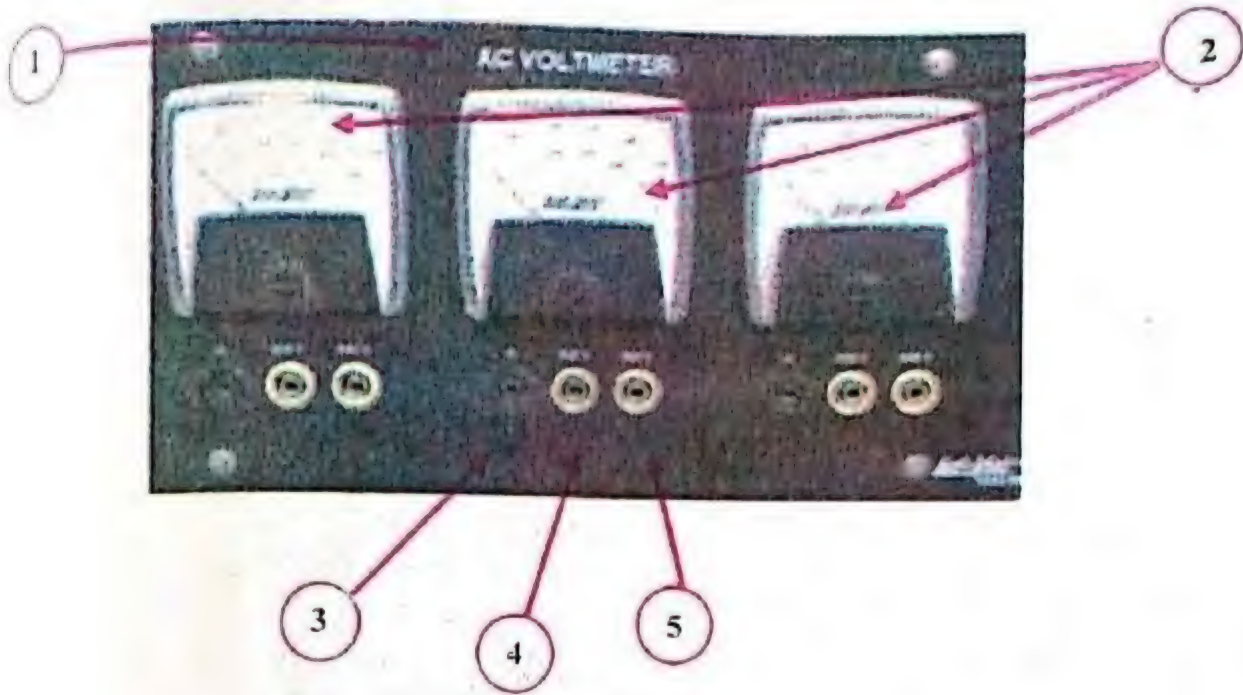


أكمل : أسم الوحدة الموضحة فى صورة رقم (4) هو
أكتب ما تشير إليه الأرقام فى التقرير التالى :

تقرير صورة رقم (4)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-

صورة رقم (5)

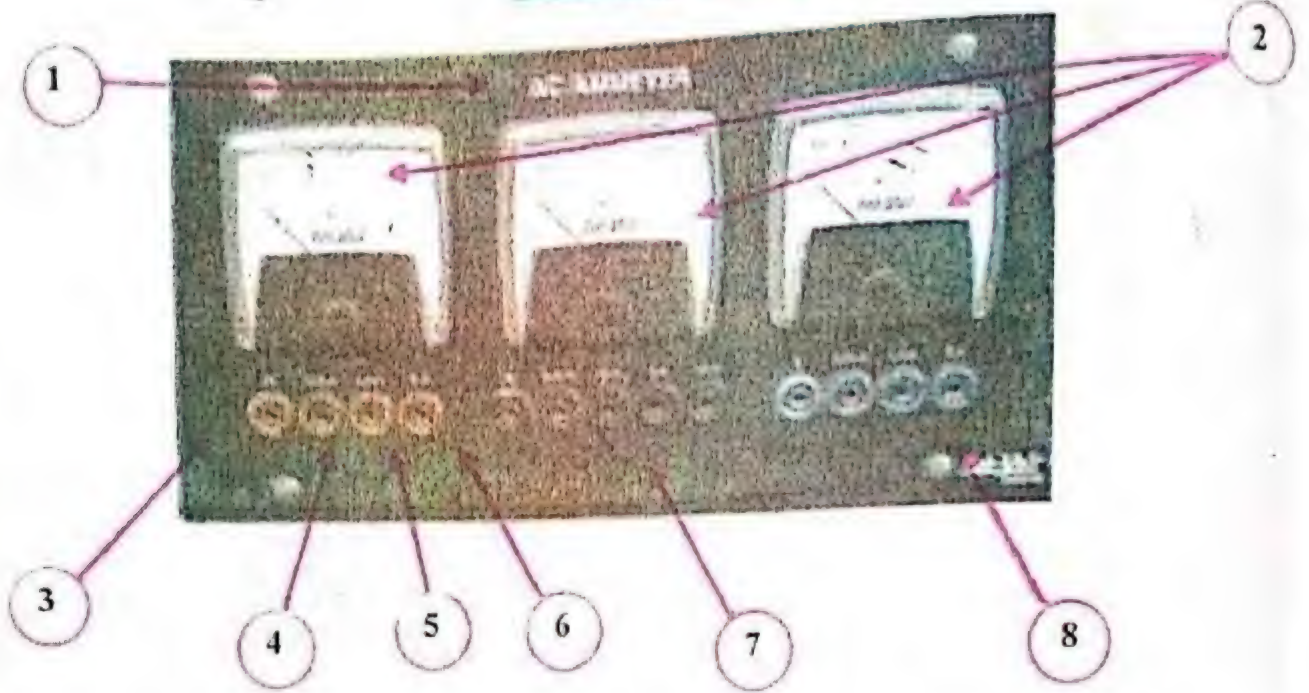


أكمل : أسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (5) هو
وتستخدم في
اكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (5)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-

صورة رقم (6)

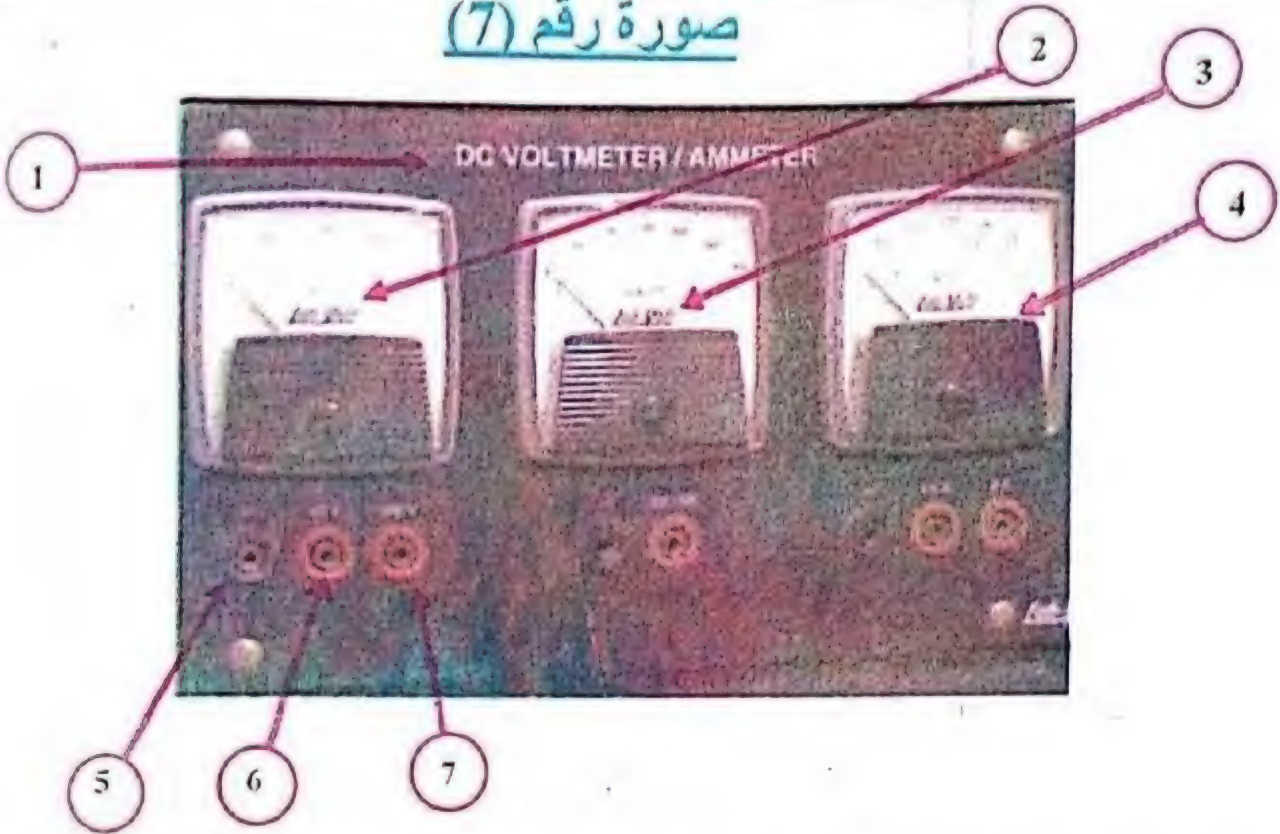


أكمل : اسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (6) هو
وتستخدم في
اكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (6)

- -1
- -2
- -3
- -4
- -5
- -6
- -7
- -8

صورة رقم (7)

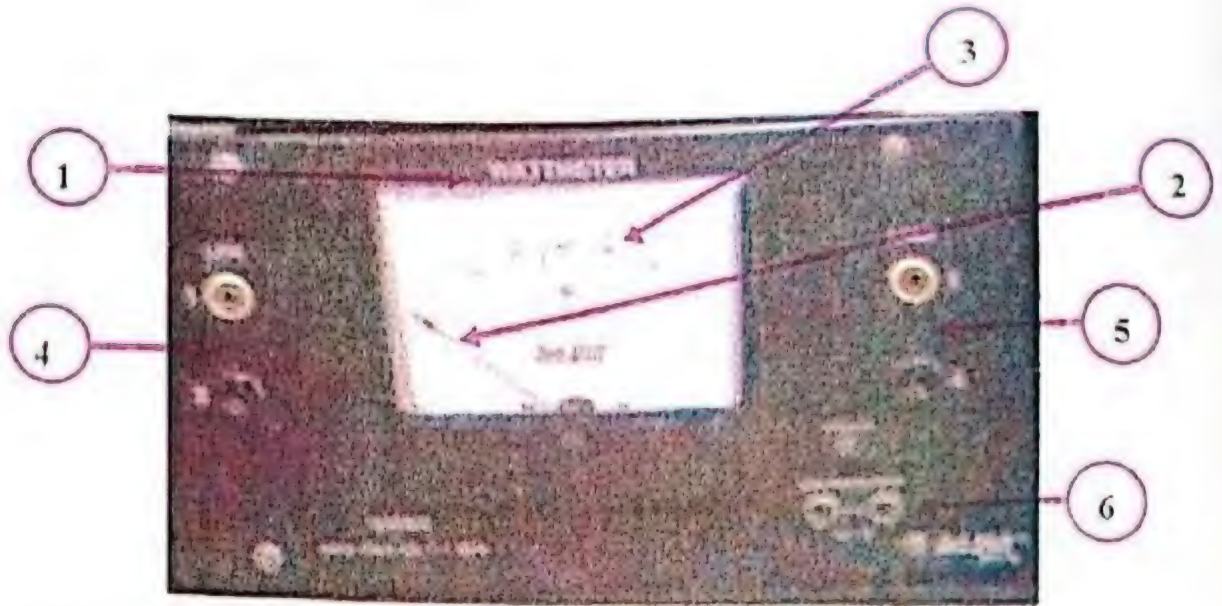


أكمل : اسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (7) هو
وتستخدم في
أكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (7)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-
- 7-

صورة رقم (8)

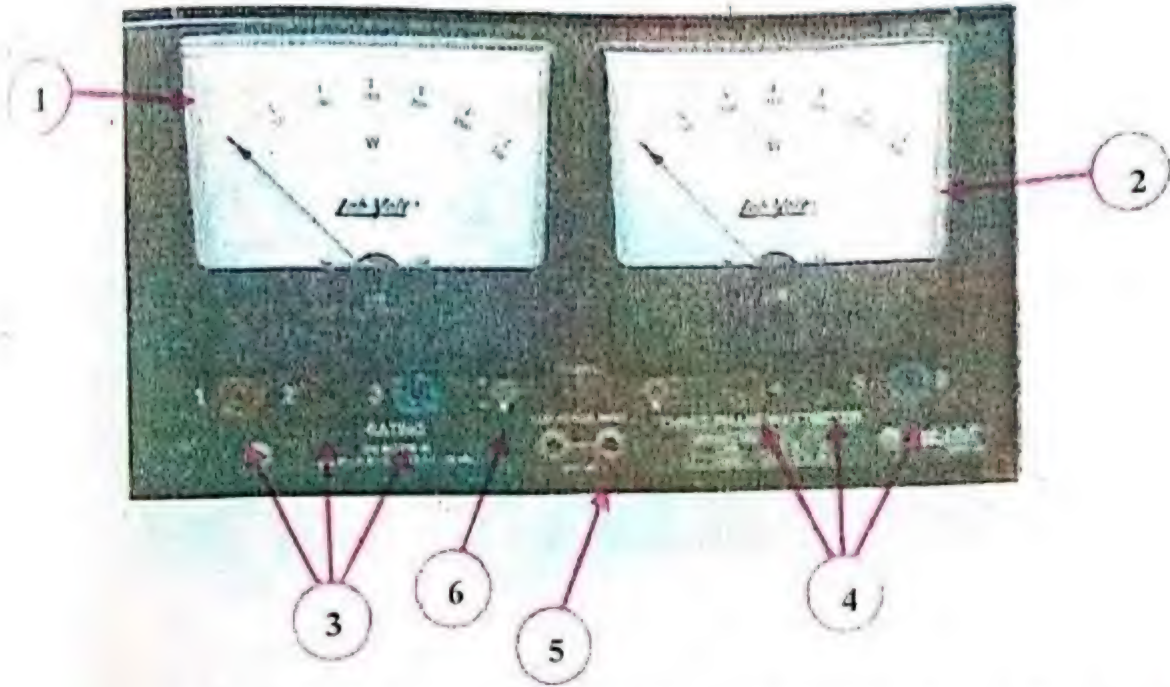


أكمل : أسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (8) هو
وتستخدم في
اكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (8)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-

صورة رقم (9)

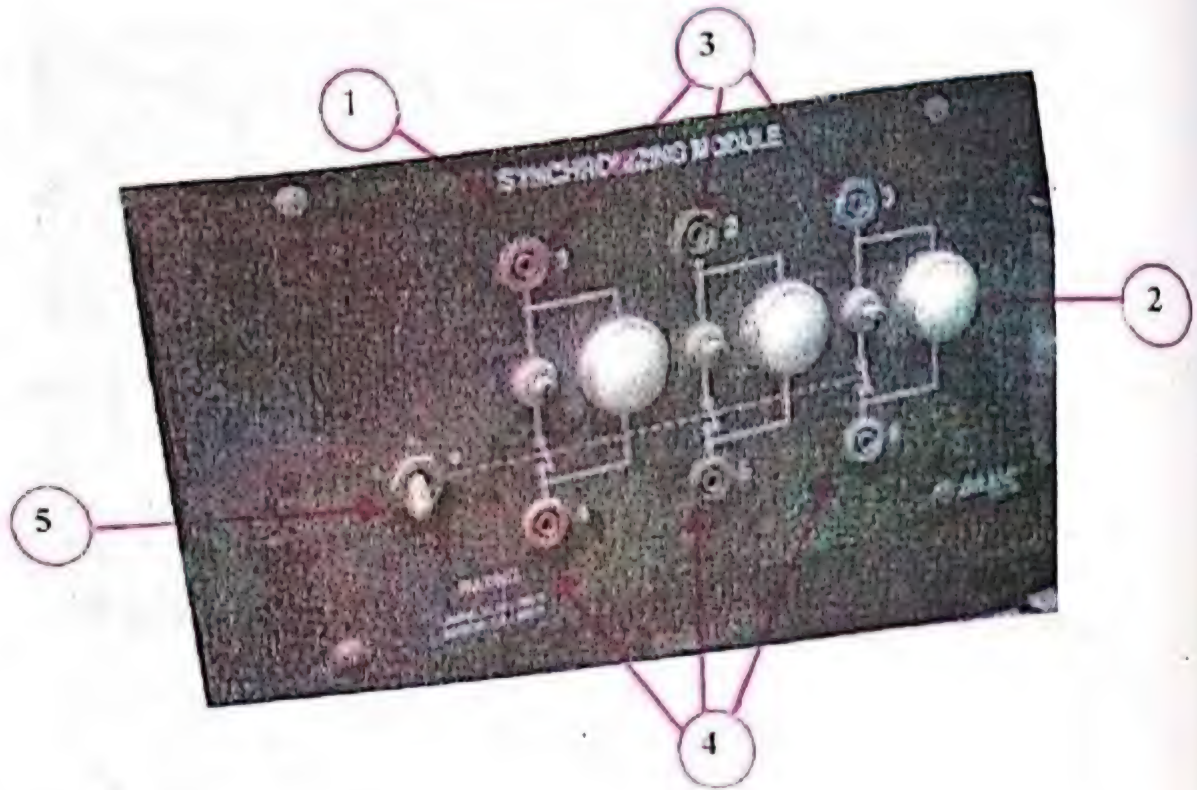


أكمل : أسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (9) هو
وتستخدم في
أكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (9)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-

صورة رقم (10)

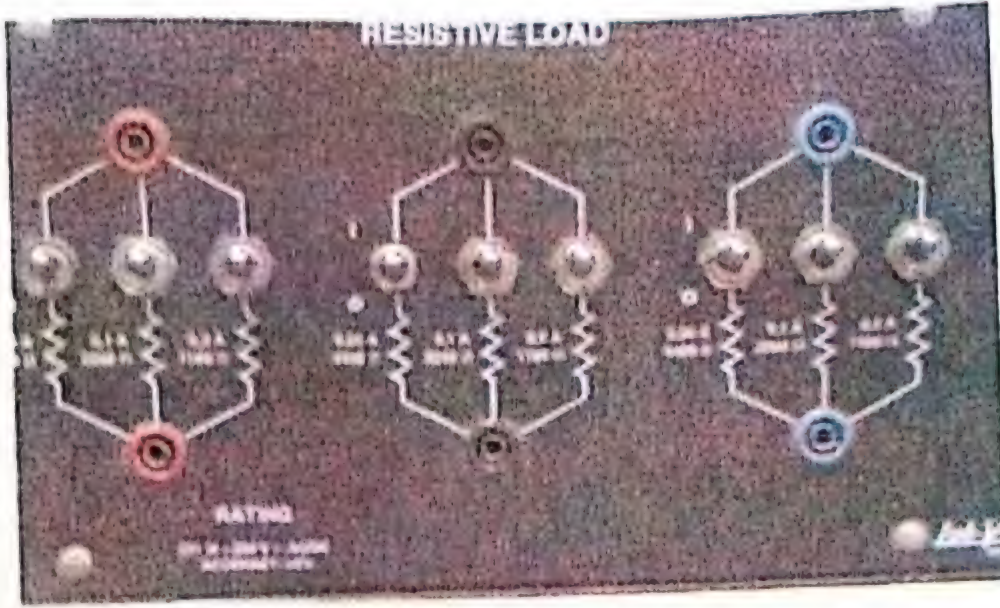


أكمل : أسم الوحدة الموضحة في صورة رقم (10) هو
وتستخدم في
اكتب ما تشير إليه الأرقام في التقرير التالي :

تقرير صورة رقم (10)

- -1
- -2
- -3
- -4
- -5

صورة رقم (11)



تقرير صورة رقم (11)

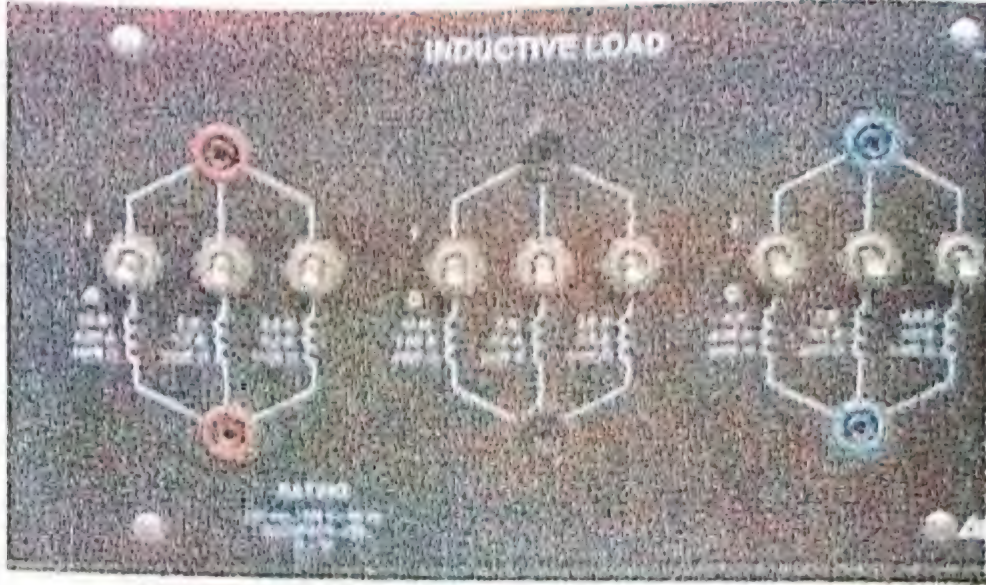
أكمل :

اسم الوحدة :
يمكن توصيل هذه الوحدة في الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة أو على هيئة

في الأسطر التالية اذكر العلاقة بين التيار والجهد في دائرة تحتوى على هذه الوحدة:

في الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثى الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثى الأوجه غير متزن

صورة رقم (12)



تقرير صورة رقم (12)

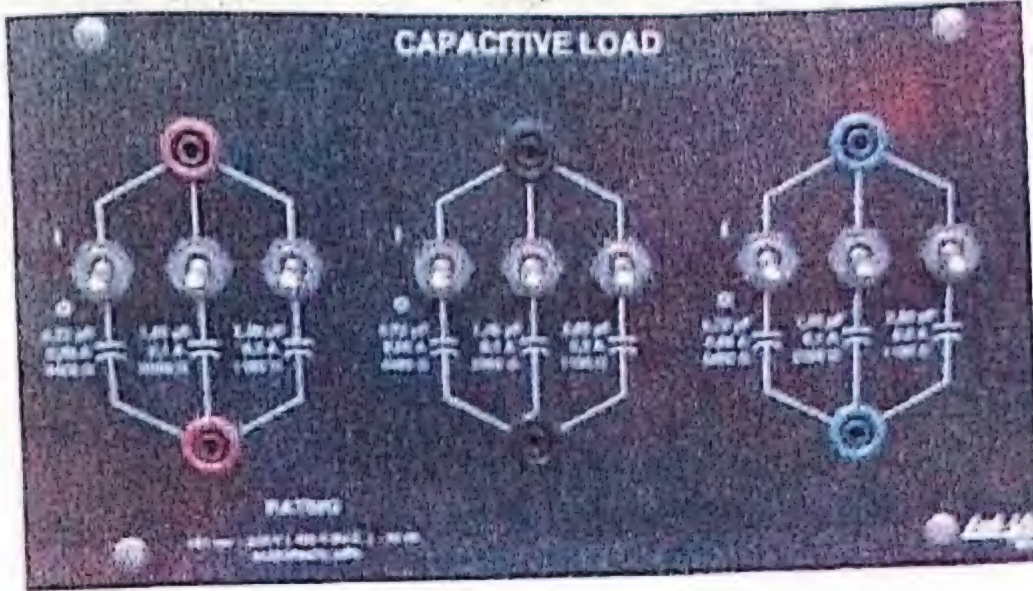
أكمل :

اسم الوحدة :
يمكن توصيل هذه الوحدة في الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة أو على هيئة

في الأسطر التالية أذكر العلاقة بين التيار والجهد في دائرة تحتوى على هذه الوحدة:

في الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثي الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثي الأوجه غير متزن

صورة رقم (13)



تقرير صورة رقم (13)

أكمل :

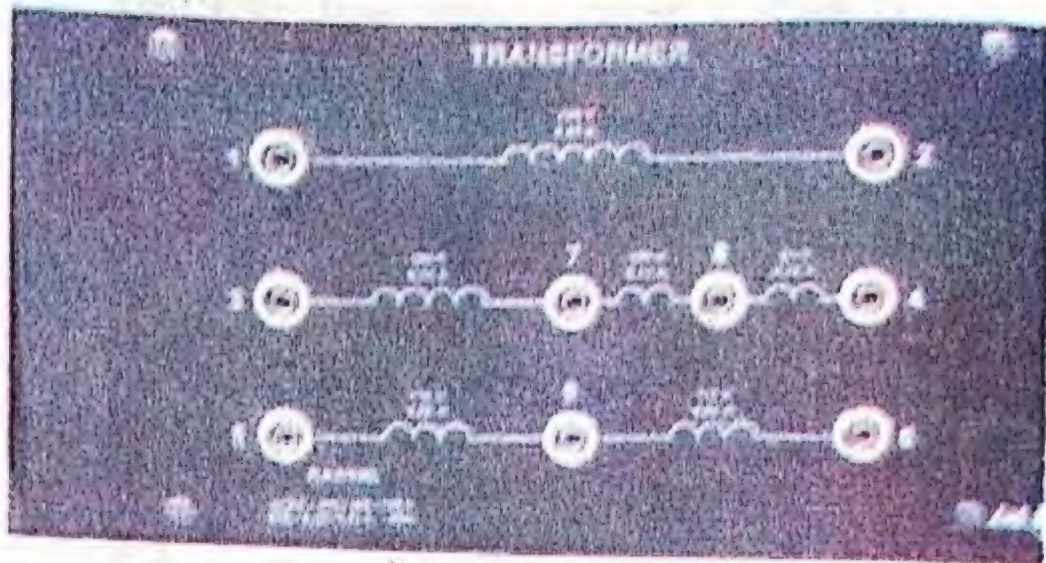
اسم الوحدة :
يمكن توصيل هذه الوحدة في الأحمال الثلاثية الأوجه على هيئة أو على هيئة

في الأسطر التالية أذكر العلاقة بين التيار والجهد في دائرة تحتوي على هذه الوحدة:

في الأسطر التالية حدد كيف يمكن استخدام هذه الوحدة كحمل ثلاثي الأوجه متزن وكيف يمكن استخدامها كحمل ثلاثي الأوجه غير متزن

.....
.....
.....
.....
.....

صورة رقم (14)



تقرير صورة رقم (14)

أكمل :

اسم الوحدة:

أذكر في الأسطر التالية كيفية استخدام هذه الوحدة :

[illegible]

صورة رقم (15)



تقرير صورة رقم (15)

أكمل :

اسم الوحدة :

أذكر في الأسطر التالية كيفية استخدام هذه الوحدة :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التجربة الأولى

إختبار مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل

الغرض من التجربة :

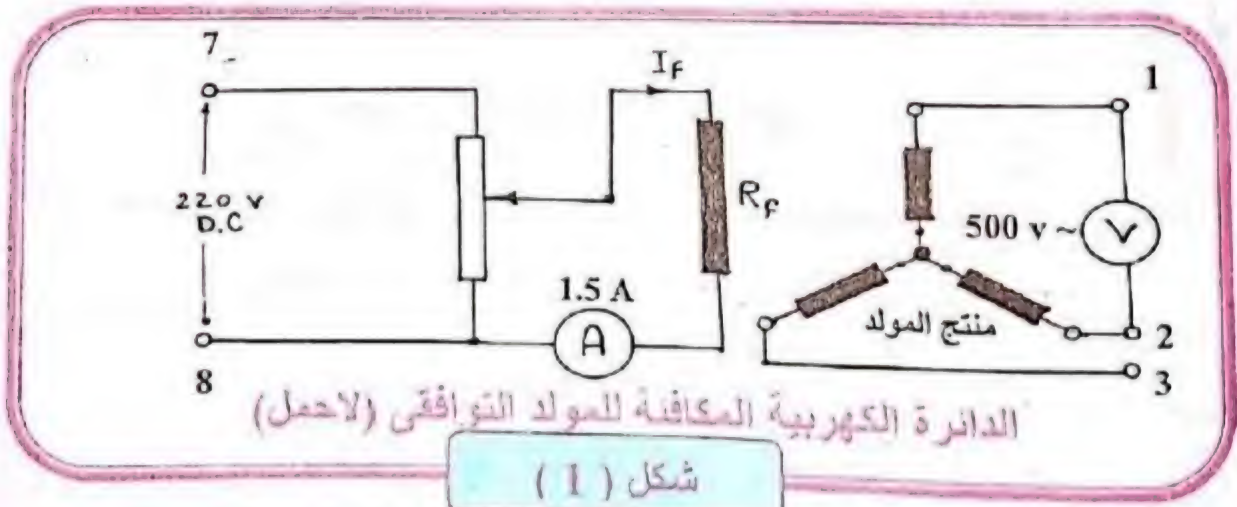
- 1- دراسة خواص مولد التيار المتغير ثلاثى الأوجه فى حالة اللاحمل (No Load)
- 2- رسم منحنى اللاحمل (No-Load Characteristic) للمولد التوافقى
- 3- رسم خط الثغرة الهوائية (Air-Gap Line) للمولد التوافقى
- 4- حساب قيمة مقاومة ملفات الأقطاب (Field Resistance)

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

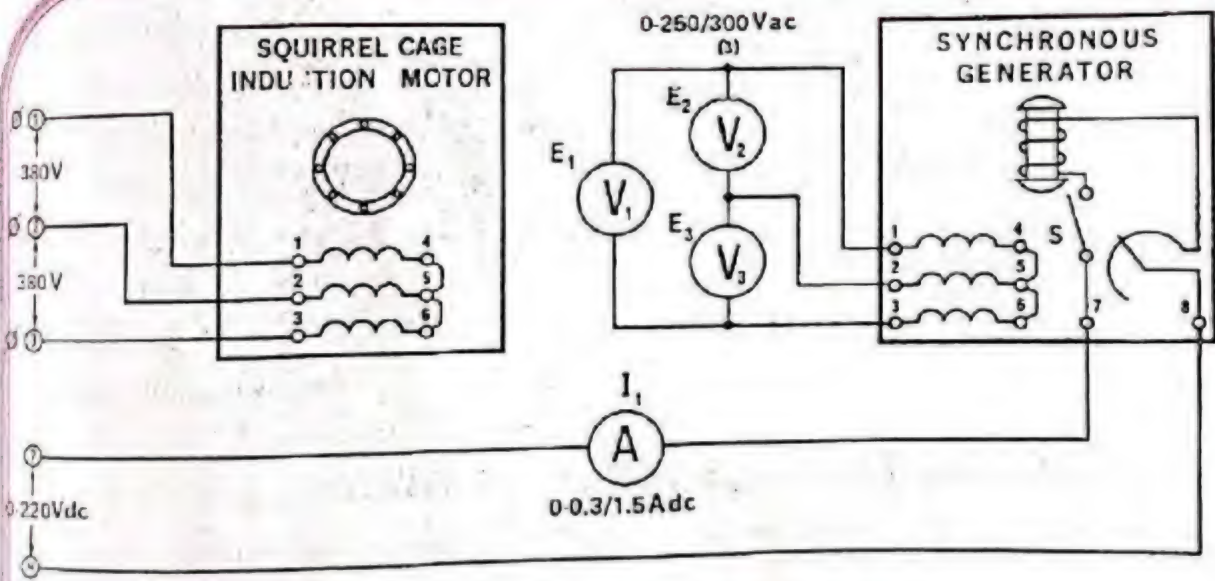
- 1- وحدة مولد / محرك تزامنى ثلاثى الأوجه
- 2- محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب
- 3- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثى الأوجه - (0-220) فولت تيار مستمر)
- 4- جهاز قياس جهد تيار متردد (250/500) فولت
- 5- جهاز قياس تيار متردد (1-5) أمبير
- 6- جهاز قياس تيار مستمر (1.5-0.3) أمبير
- 7- أسلاك توصيل
- 8- سير ناقل حركة
- 9- تاكوميتر لقياس السرعة

خطوات إجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية المكافئة لتجربة المولد التوافقى فى حالة اللاحمل شكل (1)



- 2- مستخدماً مولد / محرك تزامنى ومحرك ثلاثى الأوجه قفص سنجابى ومنبع قدرة وأجهزة قياس وصل الدائرة الموضحة فى شكل (2) . وسوف يستخدم محرك قفص السنجاب فى تشغيل مجموعة المولد / محرك تزامنى كمولد تيار متردد .
- 3- إقرن محرك قفص السنجاب بمولد التيار المتردد مستخدماً سير ناقل الحركة
- 4- يتم ضبط تيار التغذية (I_F) عند الصفر . وبعد ذلك إدارة المولد إلى السرعة التوافقية له المكتوبة على لوحة البيانات الخاصة به بدون حمل
- 5- يتم تثبيت سرعة الدوران أثناء إجراء التجربة ويظل المولد بدون حمل
- 6- يتم زيادة شدة تيار التغذية على خطوات بحيث يكون مقدار كل خطوة 0.1 أمبير. تتم هذه الزيادة التدريجية عن طريق المقاومة المتغيرة الموجودة فى دائرة التغذية كما هو موضح بشكل (2)
- 7- تؤخذ قراءة الجهد الخارجى للمولد (V) من جهاز الفولتمتر عند كل خطوة يزيد بها تيار التغذية (I_F) .



تجربة اللاحمل للمولد التوافقي

شكل (2)

- 8- يتم تسجيل قياسات كل من الفولتمتر (V) والأميتر (I_F) فى جدول كالاتى:

جدول (1) قراءات تجربة اللاحمل للمولد التوافقي

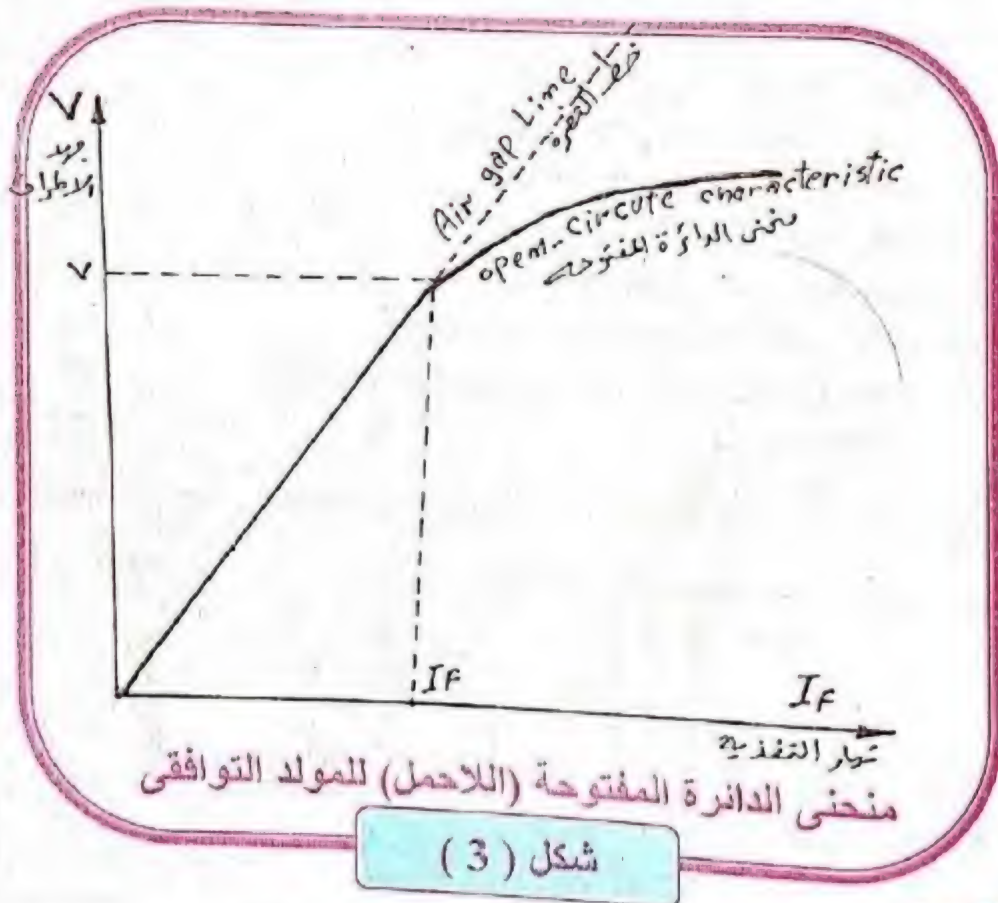
قراءة رقم	تيار التغذية (I_f) أمبير	جهد الأطراف (V) فولت	سرعة الدوران
1			السرعة ثابتة
2			وتساوى:
3		 rpm
4			
5			

9- عين القراءات السابقة كنقط على ورقة رسم بياني بحيث يكون تيار التغذية هو المحور

الأفقي والجهد الطرفي هو المحور الرأسى شكل (3)

10- صل بين النقط تحصل على منحنى الدائرة المفتوحة O.C.C

11- احسب قيمة المقاومة (R_f) من الرسم البياني من خط الثغرة Air gap Line



الاستنتاج :

1- يمكن الحصول على منحنى الدائرة المفتوحة (اللاحمل) للمولد التوافقي بإجراء تجربة للمولد فى حالة اللاحمل .

- 2- منحنى الدائرة المفتوحة له أكثر من إسم (منحنى المغنطة - المنحنى الداخلى)
- 3- يتكون منحنى الدائرة المفتوحة من جزئين
أ- جزء خطى فى البداية يسمى خط الثغرة الهوائية (Air - gap Line)
ب- جزء منحنى فى النهاية يمثل تشبع الأقطاب بالمغناطيسية (Saturation Part)
- 4- ميل خط الثغرة الهوائية يساوى قيمة مقاومة ملفات الأقطاب فإذا رمزنا لهذه المقاومة بالرمز (R_F) فنجد أن:

$$R_F = \frac{V}{I_F}$$

حيث (I_F, V) تمثل أى نقطة على خط الثغرة الهوائية

ملحوظة: أجب عن أسئلة المناقشة فى آخر تجارب المعمل

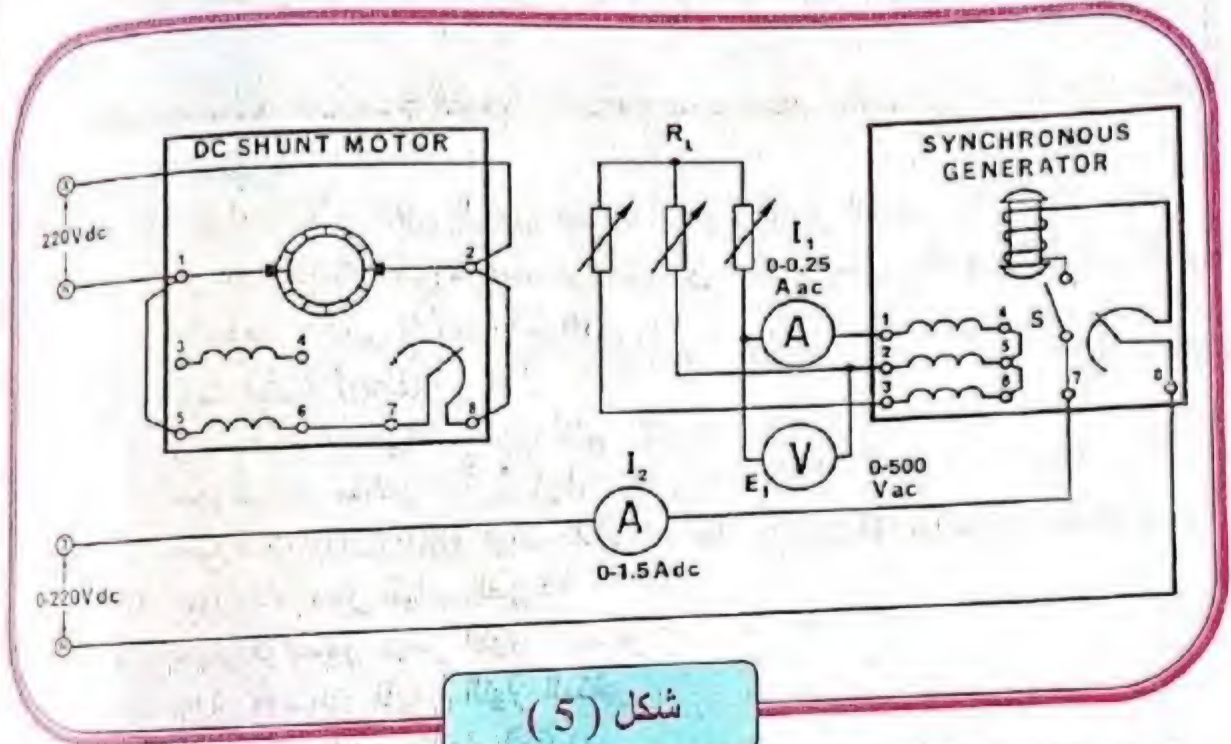
الغرض من التجربة :

- ### الأجهزة والمكونات المطلوبة :

-
- الدائرة الكهربائية لتجربة مولد توافقي في حالة التحميل
- شكل (4)

خطوات إجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية المكافئة لتجربة التحميل للمولد الثلاثي الأوجه التوافقي شكل (4)
- 2- يتم توصيل الدائرة الكهربائية كما هو مبين بشكل (5)



شكل (5)

- 3- تتم ادارة المولد التوافقي بواسطة محرك مستمر توازي خارجي إلى أن تصل سرعته إلى السرعة التوافقية . إستعن بالتاكوميتر لضبط السرعة وتظل السرعة ثابتة أثناء إجراء التجربة
- 4- يتم ضبط تيار التغذية (I_f) حتى يعطى المولد التوافقي الجهد المقنن عند أطراف الدائرة المفتوحة للمولد . تظل شدة تيار التغذية ثابتة عند هذه القيمة أثناء إجراء التجربة .
- 5- قم بتوصيل حمل مقاومات من صندوق المقاومات بحيث يكون الحمل متزنا (أي متساوي في الأوجه الثلاثة للمولد) . يتم ضبط تيار التغذية حتى يعطى المولد تيار الحمل الكامل عند الجهد المقنن .
- 6- يتم تغيير تيار الحمل من صفر حتى تيار الحمل الكامل على خطوات بحيث تكون كل خطوة (1) أمبير وبعد ذلك يتم تسجيل قراءة كل من الفولتميتر المتصل بين أحد طرفي أحد أوجه الحمل والأميتر الذي يقرأ شدة تيار الحمل يتم تدوين هذه القراءات في جدول (2) .
- 7- عين النقط السابقة (الموجودة في جدول 2) على ورقة الرسم البياني بحيث يكون تيار الحمل هو المحور الأفقي والجهد الطرفي هو المحور الرأسى .
- 8- كرر كل ما سبق مع حمل حثي مكان الحمل المادي .

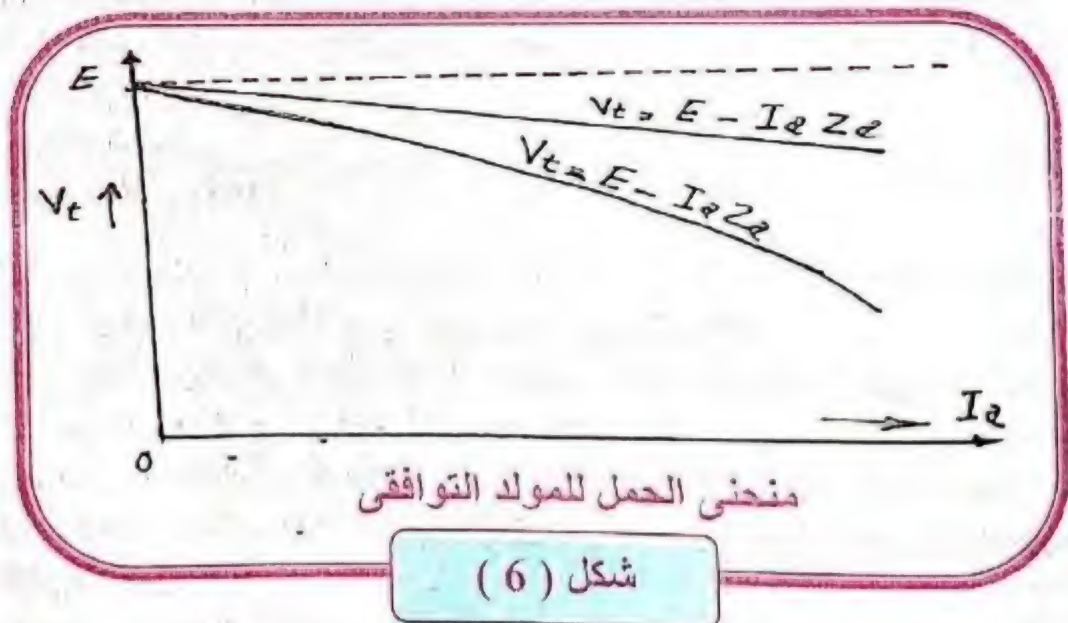
جدول (2) قراءات المولد التوافقي في حالة الحمل

جهد الوجه (V)	V									
تيار الحمل (A)	I									

الاستنتاج :

- 1- يمكن الحصول على منحنى الحمل للمولد التوافقي بإجراء تجربة المولد التوافقي في حالة التحميل .
- 2- هناك مسميات أخرى لمنحنى الحمل للمولد التوافقي هي كما يلي :
أ- المنحنى الخارجى للمولد التوافقي
ب- منحنى الجهد والتيار للمولد التوافقي $V - I$
- 3- يبين شكل (6) منحنى الحمل للمولد التوافقي
- 4- على الطالب تسجيل أى ملحوظات أو أى مشاهدات تثير اهتمامه أثناء إجراء التجربة مثل:

- أ- تأثير تغيير معامل القدرة للحمل على شكل منحنى الحمل
- ب- تأثير تغيير سرعة دوران المولد التوافقي على شكل منحنى الحمل



ملحوظة :

على الطالب متابعة أسئلة للمناقشة في آخر التجارب ومناقشتها مع السيد المدرس

التجربة الثالثة

**ادخال مولد تيار متغير ثلاثى الأوجه مع الشبكة بالتوازي باستخدام
(المصابيح المضاءة أو المطفأة أو جهاز السنكروسكوب)**

الغرض من التجربة :

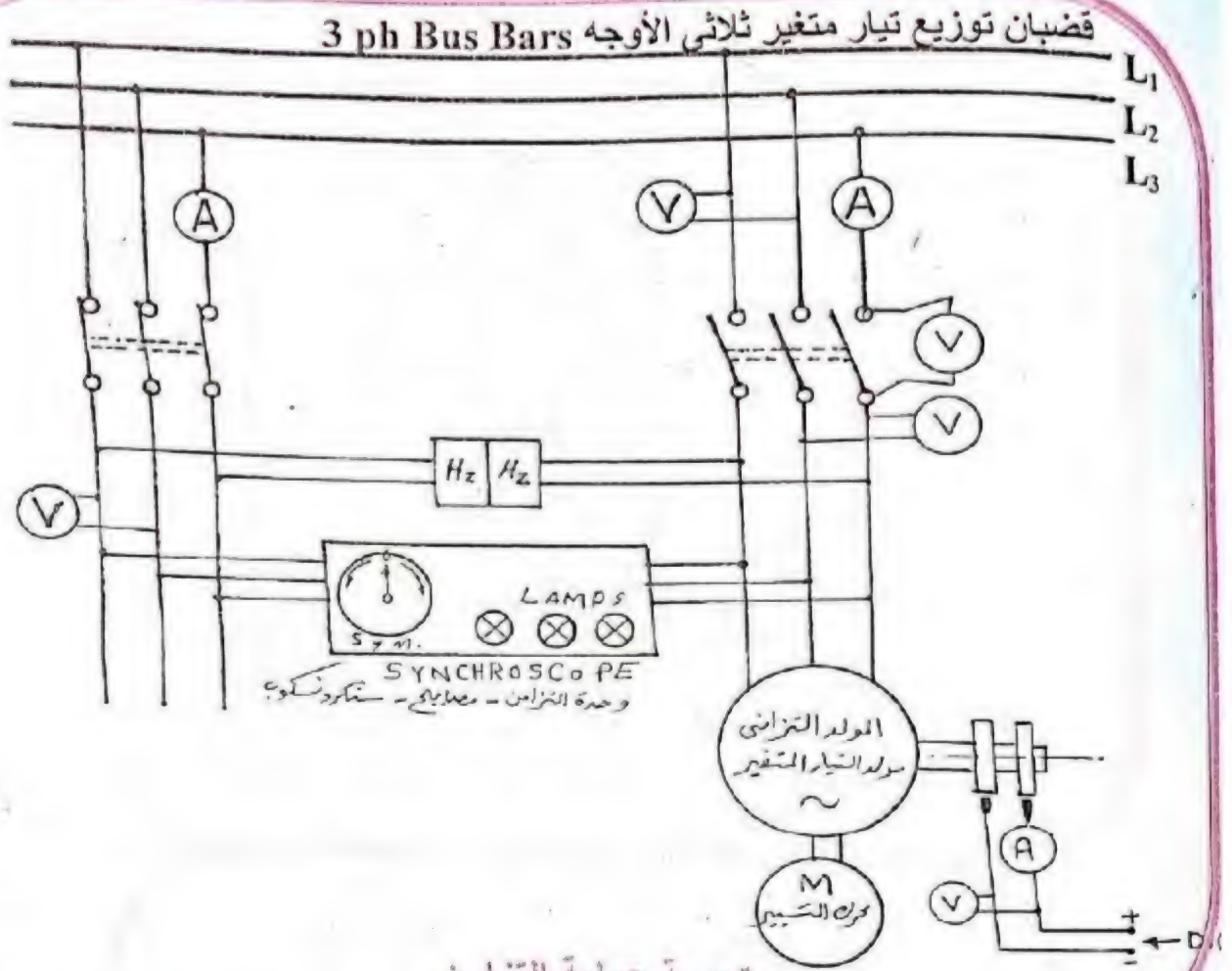
إجراء عملية التزامن لتحقيق شروط التزامن لمولد توافقي ثلاثى الأوجه لإدخاله على الشبكة الكهربائية بالتوازي .

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

- 1- وحدة مولد / محرك تزامنى
- 2- وحدة مولد / محرك تيار مستمر
- 3- وحدة مفتاح تزامنى مع جهاز سنكروسكوب
- 4- عدد 3 مصابيح متوجهة قدرة كل منها 100 وات
- 5- عدد 2 جهاز قياس تردد (45-55) هيرتز
- 6- عدد 4 جهاز فولتمتر
- 7- منبع قدرة (380/220) فولت ثلاثى الأوجه – (0-220) فولت تيار مستمر
- 8- جهاز قياس تيار متردد (0.25-1.5) أمبير
- 9- عداد سرعة (تاكوميتر)
- 10- أسلاك توصيل
- 11- سير (ناقل حركة)

خطوات إجراء التجربة :

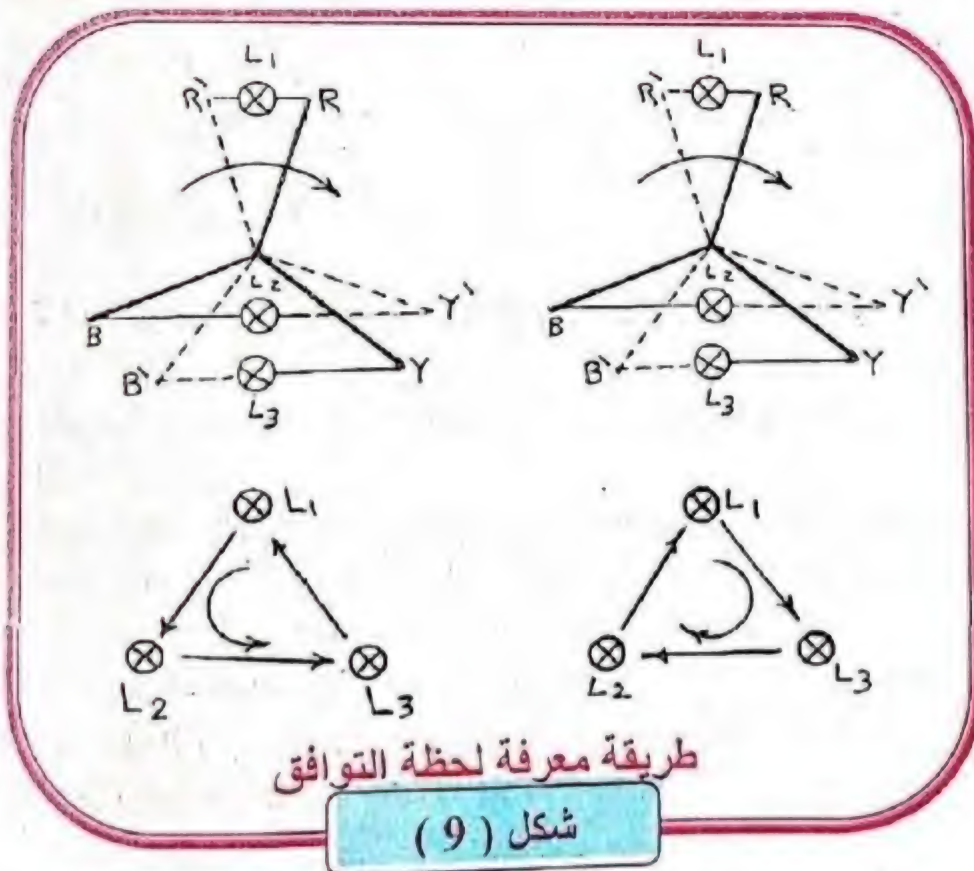
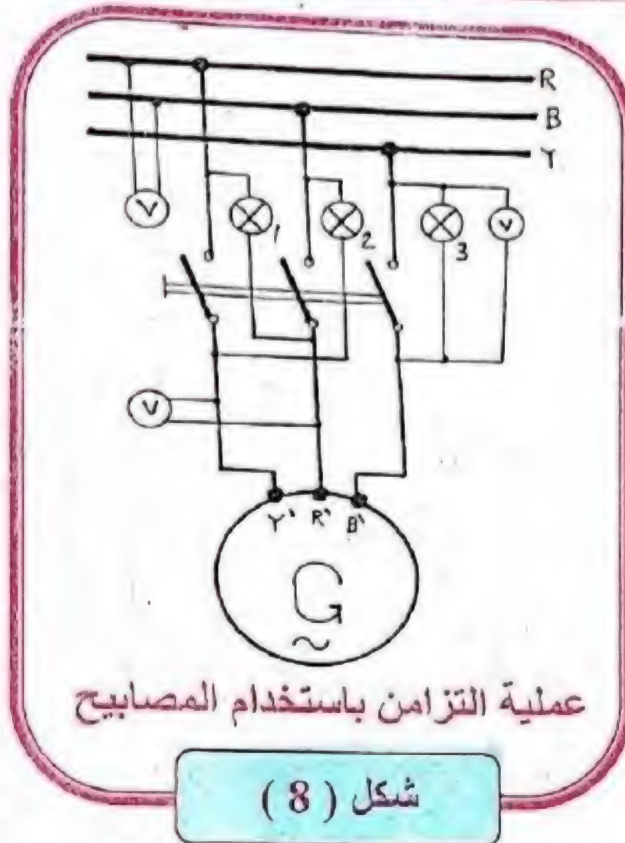
- 1- ارسم الدائرة الكهربائية لتجربة عملية التزامن شكل (7)
- 2- إقرن (صل ميكانيكيا) محرك التيار المستمر بالمولد التوافقي بسير ناقل الحركة
- 3- إبدأ حركة محرك التيار المستمر (DC Motor) بخلق مفتاحه إلى أن تصل سرعته إلى سرعة التزامن (التوافق) بالإستعانة بالتاكوميتر – اضبط تردد المولد التوافقي مع تردد القضبان العمومية عند تردد (50Hz) كما يبينه جهاز قياس التردد وبذلك يتحقق الشرط الأول .
- 4- اضبط تيار تغذية أقطاب المولد التوافقي باستخدام المقاومات المتغيرة الموجودة فى دائرة تنبيه المولد حتى يصل المولد إلى الجهد المقنن للمولد ويتساوى مع جهد الشبكة الكهربائية وذلك من ملاحظة جهاز الفولتمتر . وبذلك يتحقق الشرط الثانى .

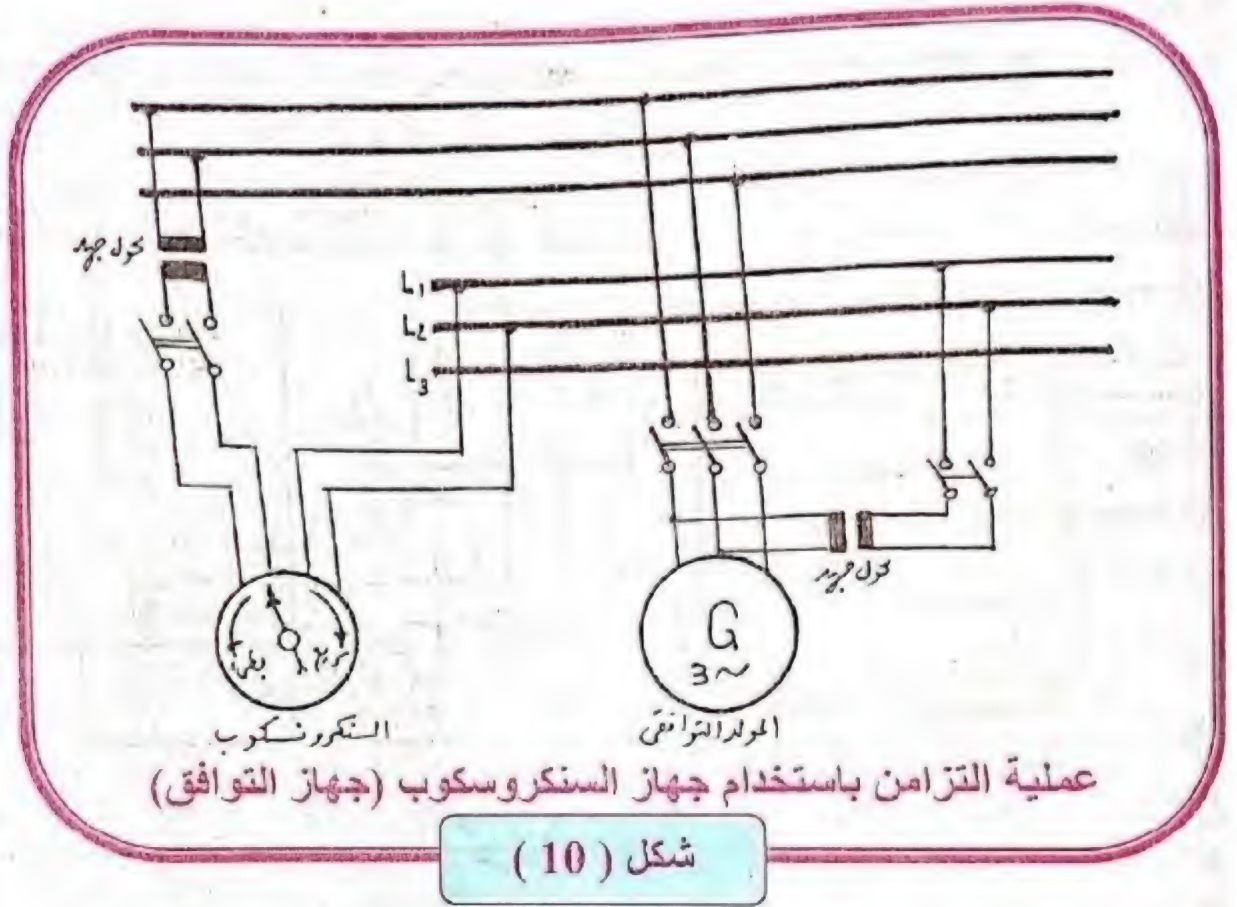


تجربة عملية التزامن

شكل (7)

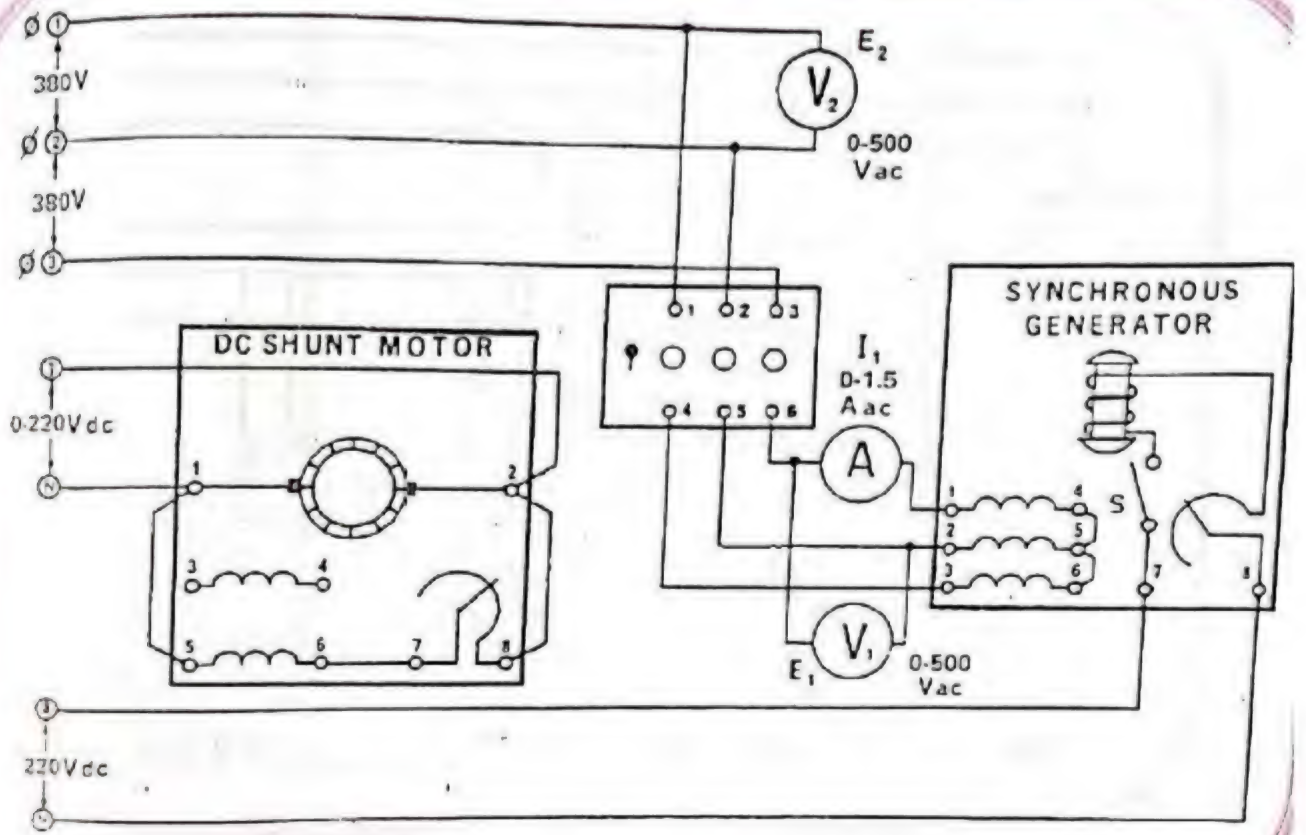
- 5- اختبر تتابع الأوجه للمولد الداخل RST أو (RYB) بحيث تكون هي نفسها للشبكة الكهربائية
- 6- بالنسبة لشرط تطابق زاوية أوجه المولد الداخل على زاوية أوجه الشبكة فاستخدم إحدى الطريقتين الآتيتين :
 أولاً: توصل كما بشكل (8) يوصل مصباح (L_1) ما بين R ، \bar{R} ومصباح (L_2) بين Y وبين B ، ومصباح (L_3) بين Y ، \bar{B} . وبذلك تضيئ الثلاثة مصابيح واحدة تلو الأخرى بترتيب 1 ، 2 ، 3 إذا كانت سرعة الداخل أسرع . وتكون بالترتيب العكسي 3 ، 2 ، 1 إذا كانت سرعة المولد أبطأ . وعندما تكون إضاءة المصابيح واحدة مظلمة و 2 مضاءة وصل المولد بالشبكة ، وتسمى هذه الطريقة : بطريقة المصباح المظلم والمصابيح مضاءين كما في شكل (9) .





ثانياً : طريقة جهاز التوافق (السنكرو سكوب) : وصل جهاز السنكرو سكوب كما في شكل (10) ولتحقيق شرط التزامن يجب أن يكون مؤشر جهاز التزامن في المنتصف ورأسياً إلى أعلى . فإذا كان المؤشر يدور نحو اليسار فمعنى ذلك أن المولد بطيء (Slow) فيجب تعجيله حتى يعود المؤشر إلى الوضع الرأسى . أما إذا كان المؤشر يتحرك ناحية اليمين فمعنى ذلك أن المولد الداخلى إلى الشبكة سريع (Fast) فيجب خفض سرعته حتى يعود المؤشر إلى الوضع الرأسى . وهذه هي لحظة التزامن لإدخال المولد إلى الشبكة وعندها اغلق مفتاح السكينة للمولد .

(11) يوضح معملياً توصيل المولد مع الشبكة بالتوازي بواسطة المصابيح



شكل (11)

الاستنتاج :

يمكن ادخال المولد التوافقي إلى الشبكة على التوازي بتحقيق :

- 1- تساوى التردد بين المولد والشبكة
 - 2- تساوى الجهد بين المولد والشبكة
 - 3- تتابع الأوجه بين المولد والشبكة
 - 4- الاتفاق الوجهى الواحد بين المولد والشبكة
- بالاستعانة بالمصابيح أو بجهاز السنكروسكوب

ملحوظة :

على الطالب متابعة أسئلة للمناقشة فى آخر التجارب ومناقشتها مع السيد المدرس لتوضيح ما لم يستوعب منها .

التجربة الرابعة

اختبار المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه لإيجاد العلاقة بين:
(العزم - السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم - تيار الحمل)

الغرض من التجربة :

إيجاد العلاقات الآتية :

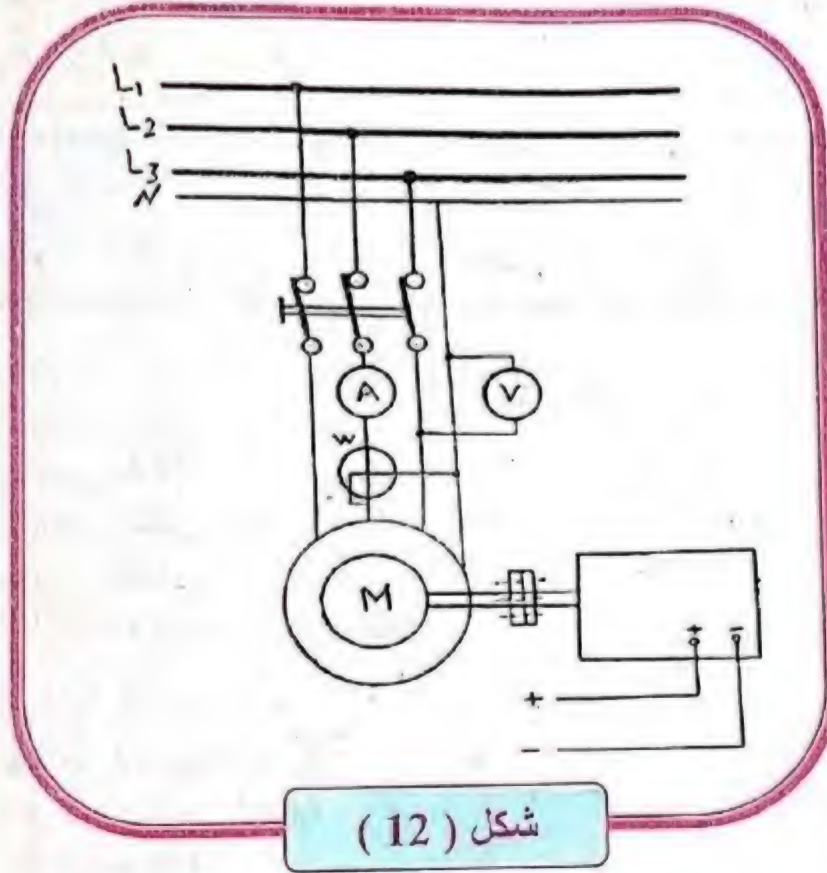
- 1- العزم T - السرعة N
 - 2- العزم T - معامل القدرة $\cos\phi$
 - 3- العزم T - تيار الحمل I_L
- ويمكن إيجاد أى علاقة أخرى بين القيم السابقة

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

- 1- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب
- 2- جهاز ديناموميتر (لقياس العزم)
- 3- تاكوميتر (عداد سرعة)
- 4- جهاز أمبيروميتر تيار متغير مناسب لتيار المحرك
- 5- جهاز فولتميتر مناسب
- 6- جهاز واتميتر مناسب لقدرة المحرك
- 7- منبع قدرة (380/220 فولت ثلاثي الأوجه - (0-220) فولت تيار مستمر)
- 8- سير ناقل للحركة
- 9- أسلاك توصيل

خطوات إجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية المكافئة للمحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قبل إجراء التجربة شكل (12)
- 2- ادرس اللوحة المعدنية الموجودة على المحرك وسجل بيانات المحرك
- 3- وصل المحرك كما بشكل (13)
- 4- وصل التيار الكهربى ثلاثي الأوجه للمحرك الاستنتاجي
- 5- سجل قراءات الأجهزة فى حالة اللاحمل
- 6- قس السرعة فى حالة عدم الحمل
- 7- حمل المحرك بواسطة الدينوموميتر حتى يسجل الأمبيروميتر تيار المحرك ثم سجل قراءة الدينوموميتر بالنيوتن متر .



8- احسب القدرة الخارجة باستخدام المعادلة :

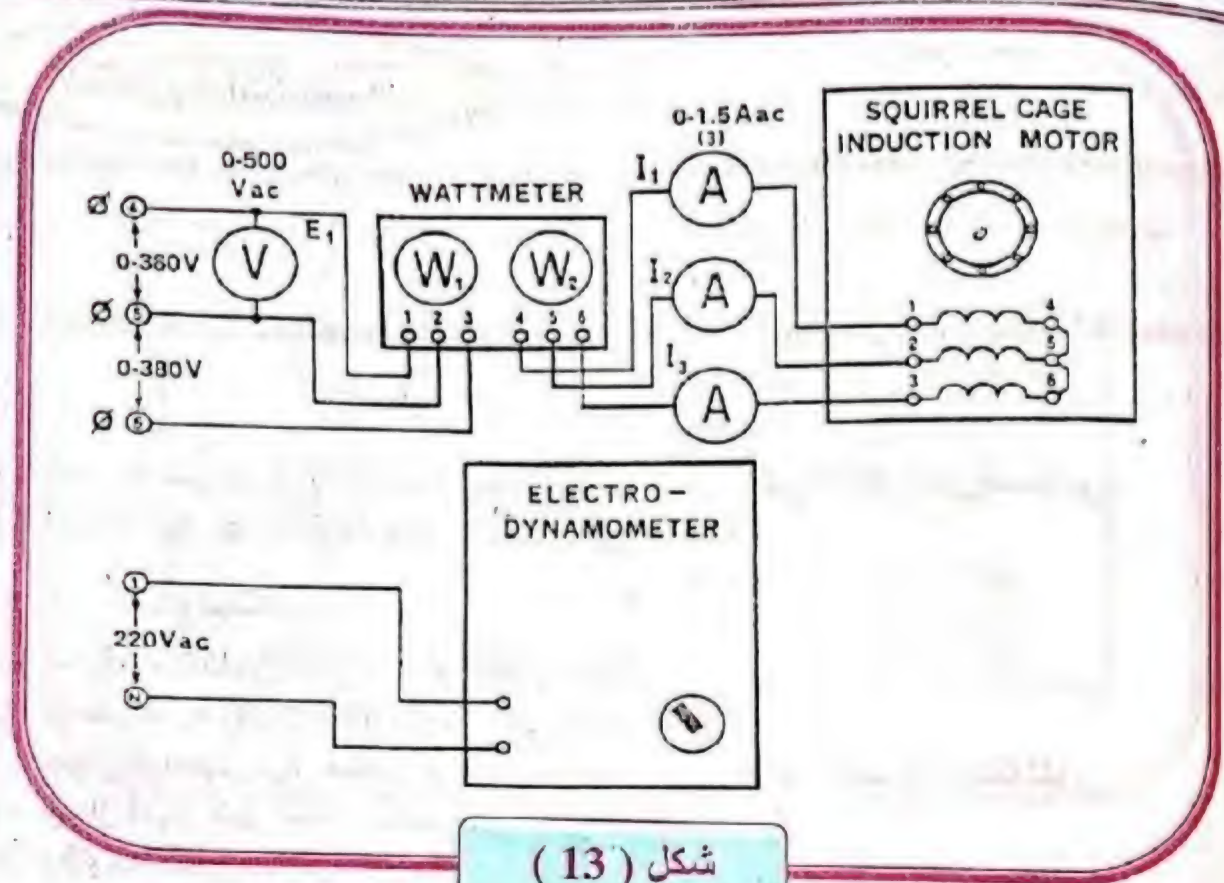
$$P_{out} \text{ in Watt} = \frac{2\pi \times T \times N}{60}$$

حيث T : العزم بالنيوتن متر = قراءة الديناموميتر
N : السرعة باللفة / دقيقة

9- سجل قراءة الأجهزة في حالة التحميل

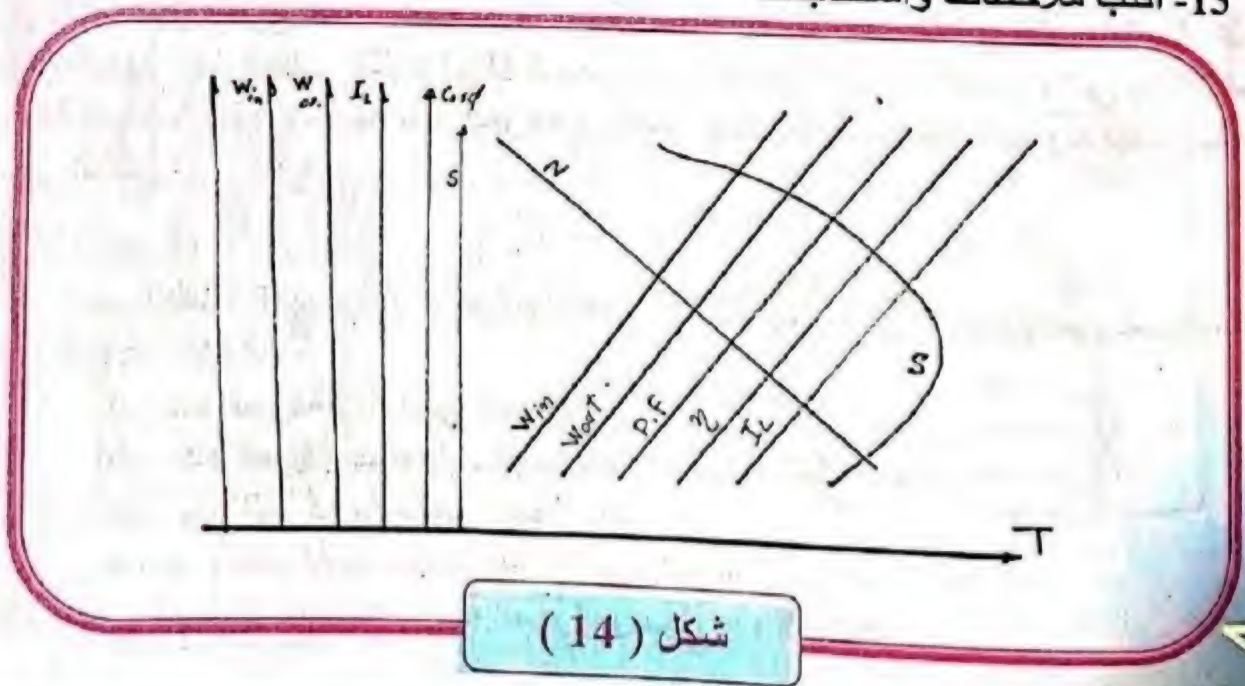
10- دون القراءات التي تحصل عليها في الجدول التالي :

العزم N.M	السرعة r.p.m	الانزلاق المنوى S%	القدرة الخارجة W	القدرة الداخلية W	تيار الوجه A	جهد الوجه V	القدرة ظاهريية V.A	معامل القدرة Cosφ	الجودة η	تيار عزم الحمل A



شكل (13)

- 11- قم بعمل الحسابات كما بالمقدمة
- 12- ارسم منحنيات (العزم - السرعة) ، (العزم - معامل القدرة) ، (العزم - تيار الحمل)
- تحصل على المنحنيات شكل (14)
- 13- اكتب ملاحظتك واستنتاجاتك



شكل (14)

التجربة الخامسة

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب بعده طرق

الهدف من التجربة :

- 1- التعرف على طرق بدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجابي
- 2- مقارنة تيار بدء الحركة و تيار التشغيل في كل حالة

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

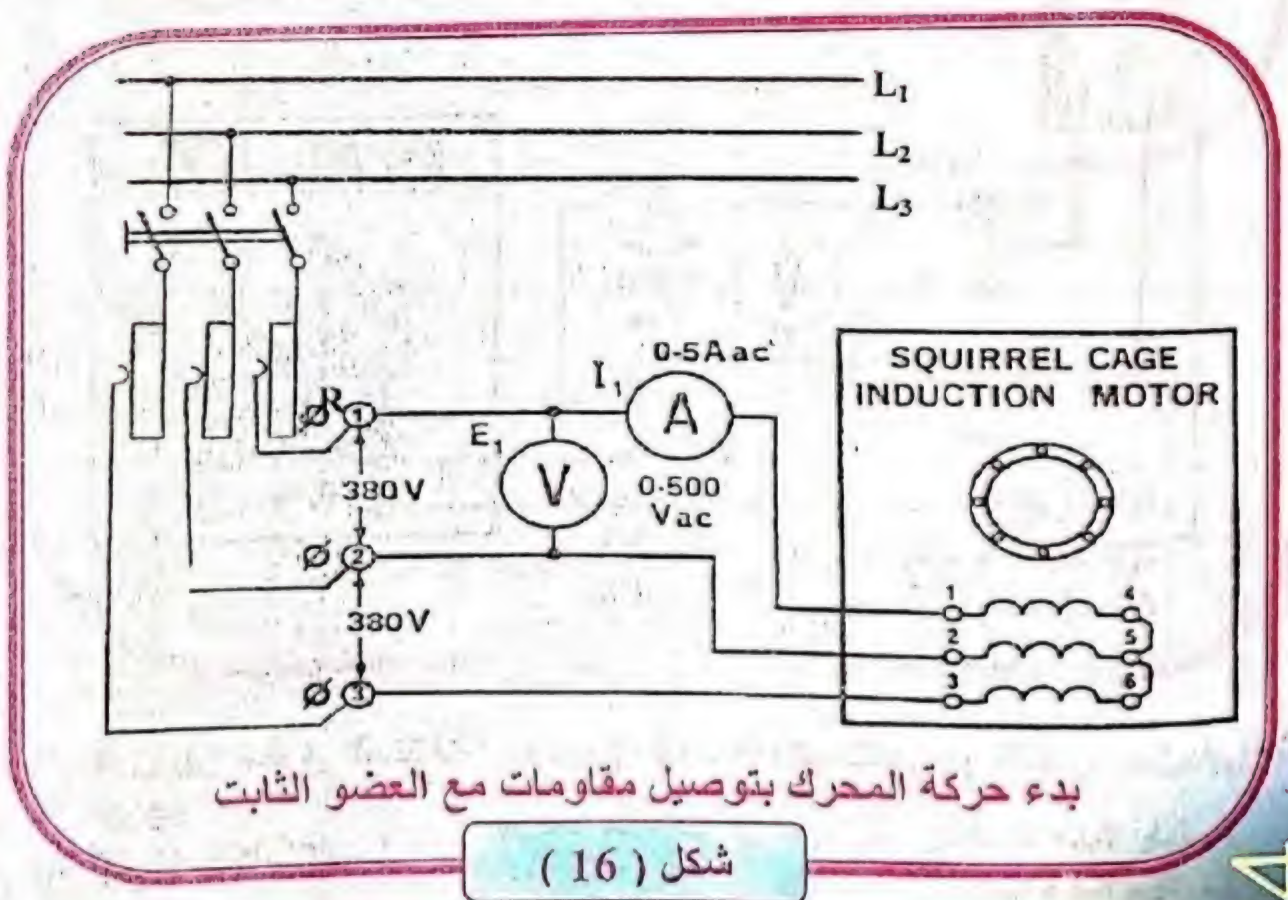
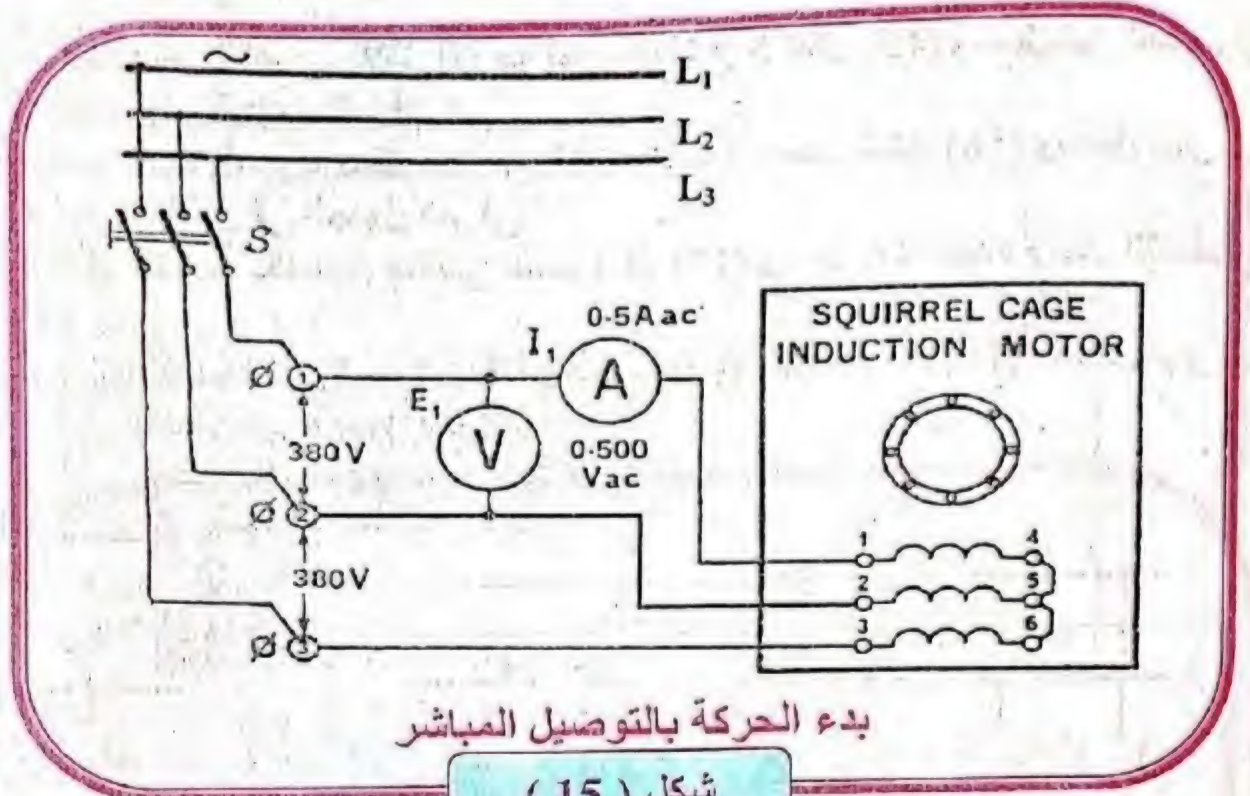
- 1- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب
- 2- مصدر قدرة (380/220) فولت تيار متغير 50 Hz
- 3- جهاز فولتميتر تيار متغير ذو مقنن مناسب لجهد تشغيل المحرك الاستنتاجي
- 4- جهاز أميتر تيار متغير مناسب
- 5- مقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه
- 6- محول نفسي ثلاثي الأوجه يمكن التحكم في جهد خرجه
- 7- مفتاح نجمة / دلنا
- 8- اسلاك توصيل

ملحوظة : كل الطرق المستخدمة لبدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه تعمل على تخفيض الجهد على العضو الثابت لحظة البدء . ثم بعدما تصل سرعة المحرك إلى 75% من السرعة المقننة تلغى وسيلة بدء الحركة ويوصل جهد المنبع كاملا للمحرك ليعمل بتيار التشغيل المقنن .

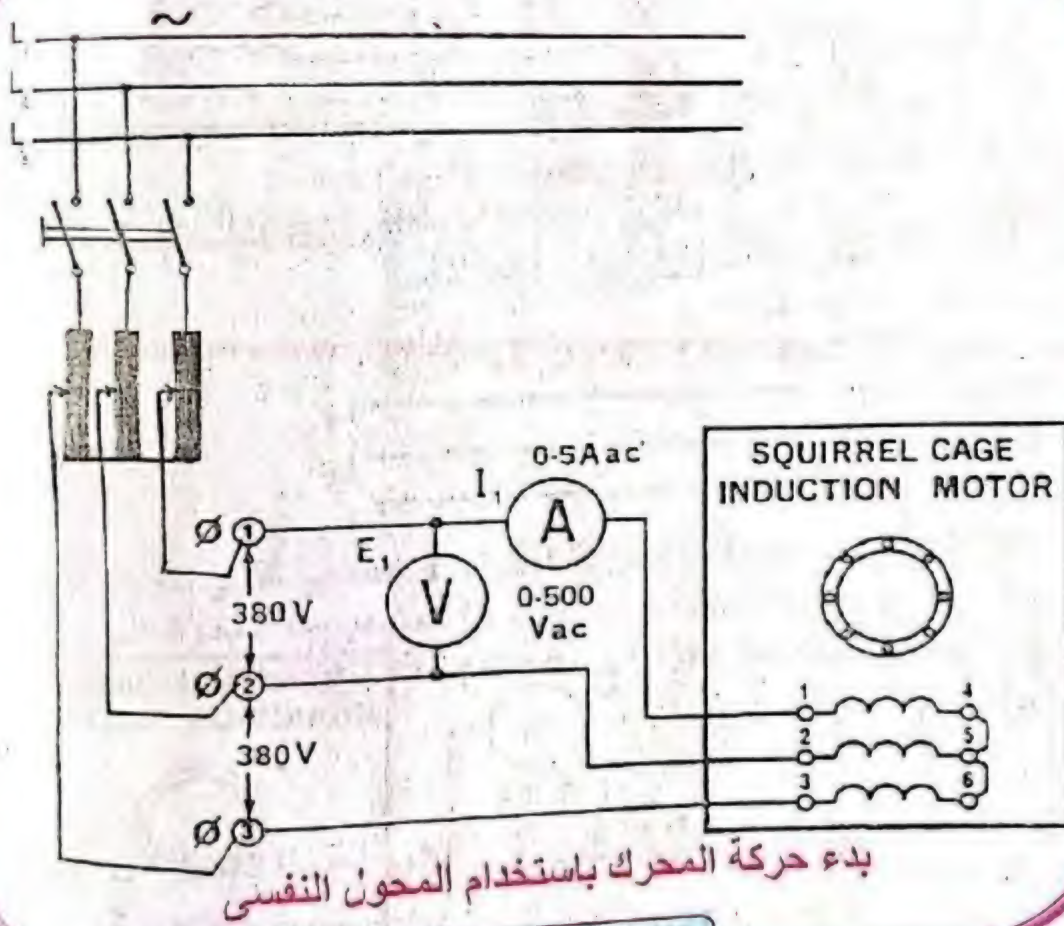
خطوات إجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية لبدء حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب في الحالات الآتية

- أ- بدء الحركة بالتوصيل المباشر
 - ب- بدء الحركة بتوصيل مقاومات مع العضو الثابت
 - ج- بدء الحركة باستعمال محول نفسي
 - د - بدء الحركة باستعمال مفتاح نجمة / دلنا
- 2- ادرس البيانات المدونة بلوحة المحرك وسجل هذه البيانات

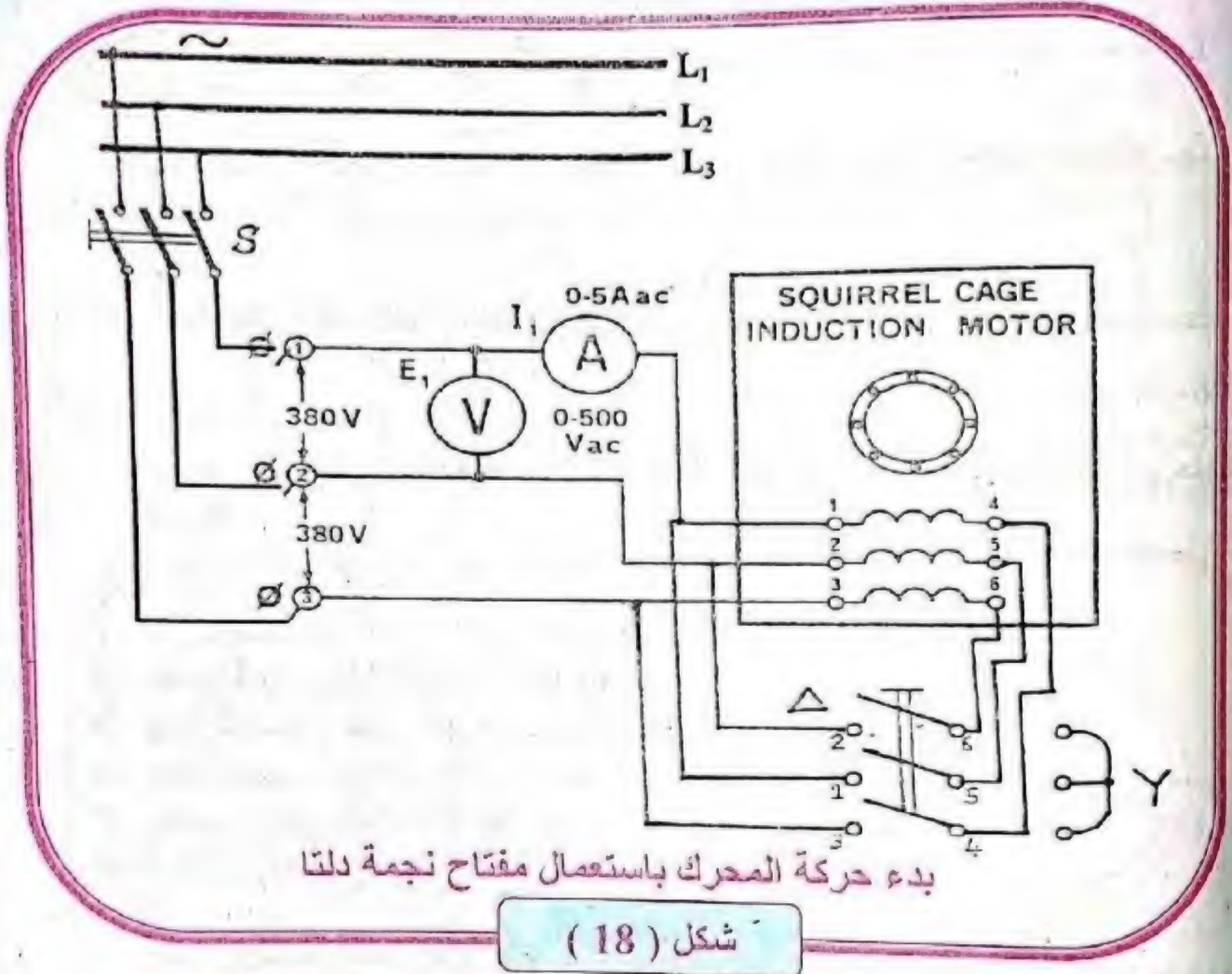


- 3- وصل التيار الكهربى ثلاثى الأوجه بغلق المفتاح S شكل (15) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق :
- 4- وصل دائرة المحرك بمقاومات مع العضو الثابت حسب شكل (16) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق
- 5- وصل المحرك بالمحول النفسى حسب شكل (17) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول .
- 6- وصل أطراف أوجه المحرك بمفتاح (نجمة/دلتا) حسب شكل (18) وسجل تيار البدء وتيار التشغيل فى الجدول المرفق.



شكل (17)

- 7- قارن بين الطرق المختلفة لبدء دوران المحرك الاستنتاجى ذو القفص السنجابى ثلاثى الأوجه
- 8- أكتب استنتاجاتك



النسبة بينهما	تيار التشغيل A	تيار البدء A	طريقة بدء الحركة	مستسل
			توصيل مباشر	1
			توصيل مقاومات توألي مع العضو الثابت	2
			توصيل محول نفسي يغذي العضو الثابت	3
			استخدام مفتاح نجمة/دلتا	4

الاستنتاج :

- 1- تيار البدء منخفض باستخدام وسيلة لبدء الحركة
- 2- عزم البدء صغير

التجربة السادسة

اختبار بدء تشغيل المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف

الغرض من التجربة :

التعرف على طريقة بدء حركة المحرك الاستنتاجي من النوع الملفوف ذي حلقات
الانزلاق

الأجهزة والمعدات المطلوبة :

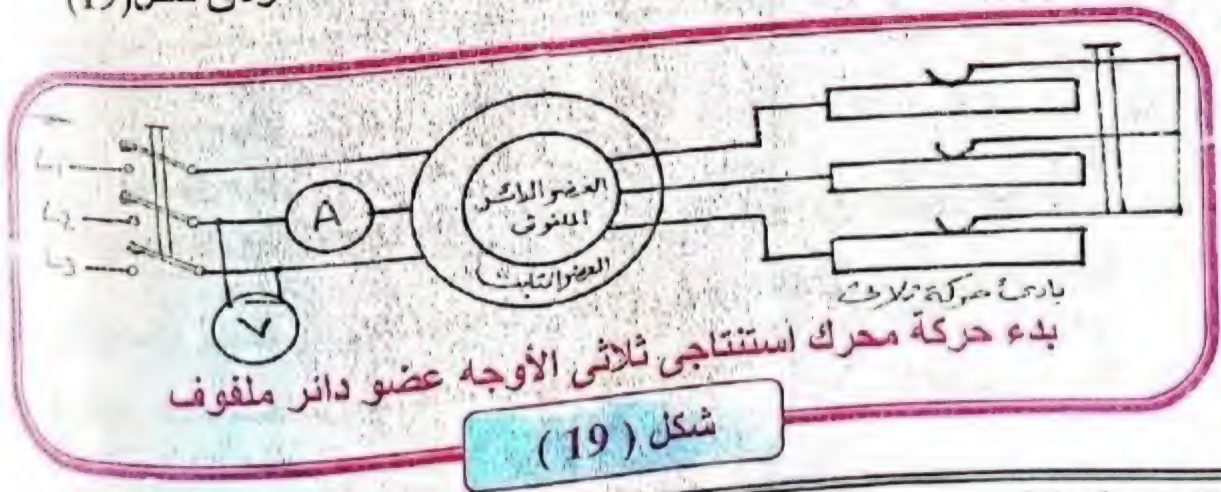
- 1- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف ذي حلقات انزلاق
- 2- مصدر قدرة (50 Hz - 380/220v)
- 3- جهاز فولتميتر تيار متغير ذو مقنن مناسب لجهد تشغيل المحرك
- 4- جهاز أمبيروميتر تيار متغير مناسب لشدة تيار المحرك
- 5- مقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه لتوصل مع العضو الدائر للمحرك
- 6- اسلاك توصيل

ملحوظة :

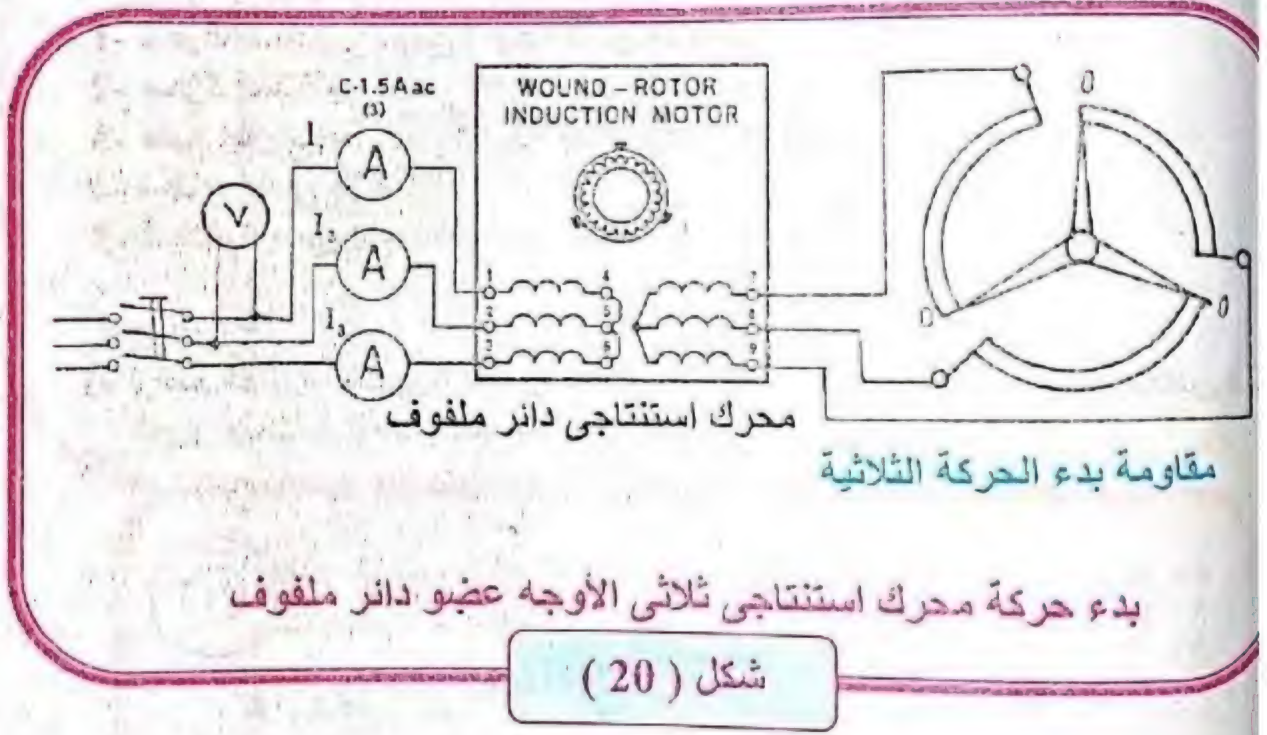
بدء حركة المحرك ذو العضو الدائر الملفوف تعتمد على زيادة مقاومة العضو الدائر
لحظة بدء الحركة وبعد الدوران تستقطع المقاومات ويتم عمل قصر على حلقات
الانزلاق ليصبح الدائر مقصراً طوال فترة تشغيله

خطوات إجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية لبدء حركة محرك استنتاجي ذو حلقات انزلاق شكل (19)



- 2- ادرس البيانات على اللوحات المعدنية للمحرك الاستنتاجي الملفوف وعلى مقاومات بدء الحركة
 - 3- ادخل المقاومة الثلاثية بالكامل في دائرة العضو الدائر الملفوف
 - 4- قم بتوصيل التيار الكهربى إلى العضو الثابت للمحرك ليدور المحرك . سجل قراءة تيار البدء .
 - 5- اخرج المقاومات بالتدرج من دائرة العضو الدائر كليا إلى أن تحدث قصر على حلقات الانزلاق - يدور المحرك بسرعه المقننة - سجل تيار التشغيل .
 - 6- قارن بين تيار البدء وتيار التشغيل .
 - 7- سجل استنتاجاتك وملاحظاتك .
- كل (20) يوضح إجراء التجربة



التجربة السابعة

عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه

الغرض من التجربة :

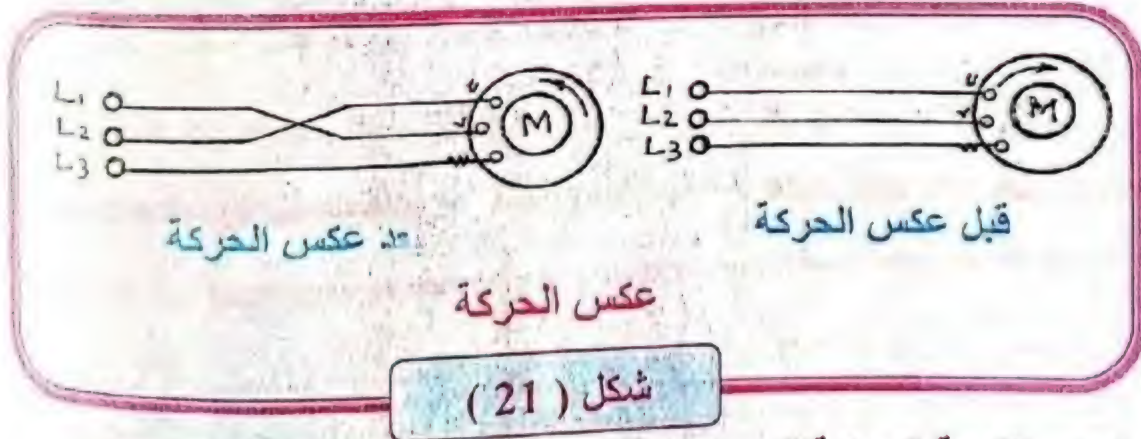
كيفية عكس حركة المحرك الاستنتاجي الثلاثي الأوجه

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

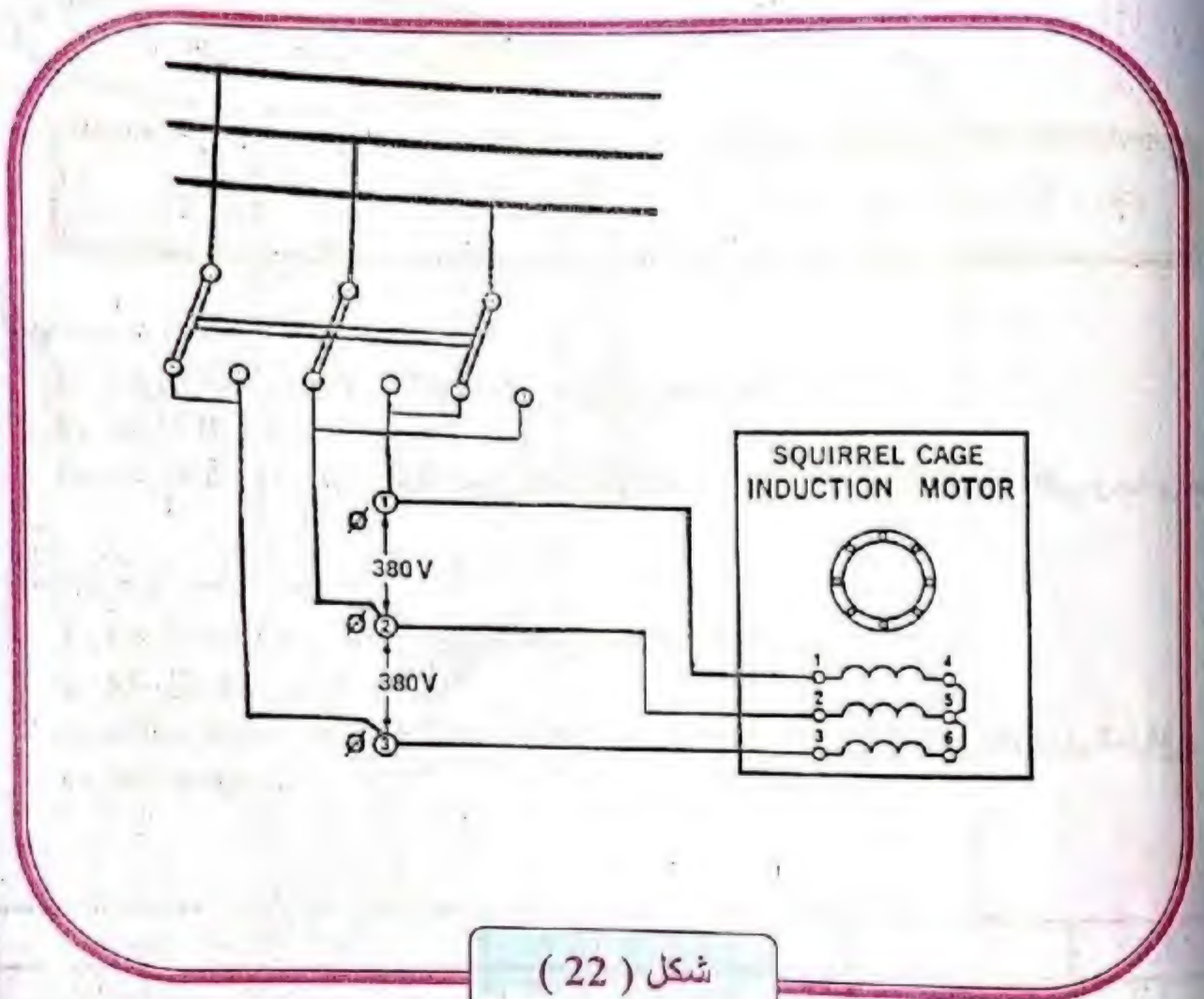
- 1- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجابي
- 2- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف
- 3- منبع تيار متغير ثلاثي الأوجه 380 فولت 50 Hz
- 4- مفتاح عكس حركة
- 5- أسلاك توصيل

خطوات اجراء التجربة :

- 1- ارسم الدائرة الكهربائية لعكس الحركة بتبديل طرفين مكان بعضهما لينعكس المجال الدوار وبالتالي ينعكس اتجاه الحركة كما في شكل (21)



- 2- ادرس اللوحة المعطية للمحرك
- 3- وصل الدائرة كما بشكل (22)
- 4- شغل المحرك وحدد اتجاه الدوران
- 5- اعكس الحركة باستخدام مفتاح عكس الحركة
- 6- سجل ملاحظاتك



شكل (22)

التجربة الثامنة

تحويل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه إلى محرك وجه واحد

الهدف من التجربة :

- 1- تحويل المحرك الثلاثي الأوجه إلى محرك وجه واحد
- 2- معرفة قدرة المحرك بعد التحويل
- 3- مقارنة قدرة المحرك أثناء تشغيله كمحرك ثلاثي الأوجه وأثناء تشغيله على وجه واحد

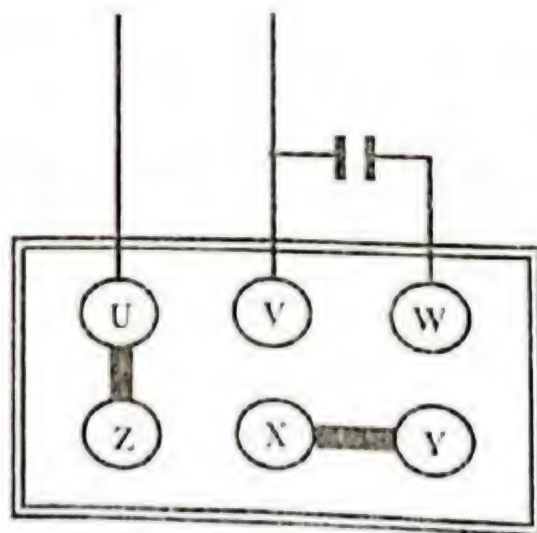
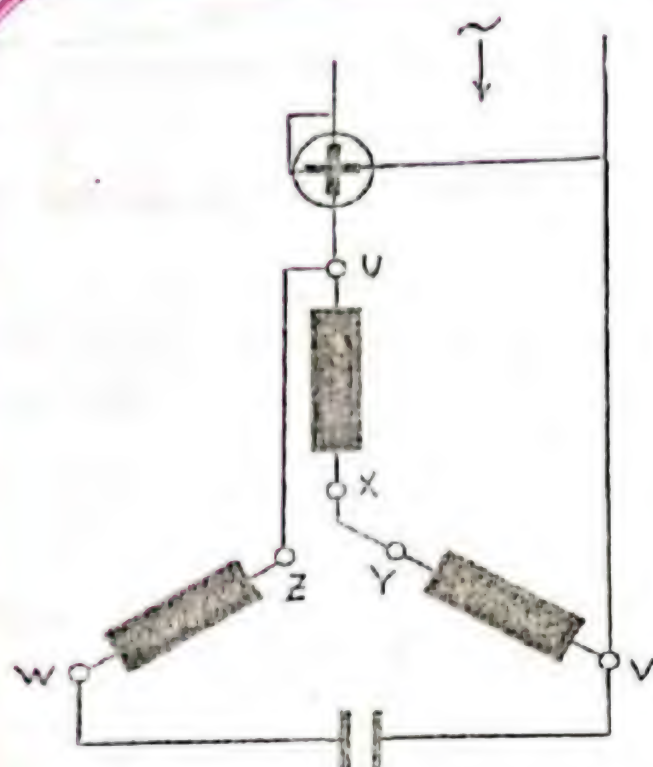
الأجهزة والمكونات المطلوبة :

- 1- محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قصص ستجاب
- 2- واتميتر وجه واحد
- 3- مكثف كيميائي ذو سعة تناسب قدرة المحرك وجه الشبكة (استعن بالجدول المرفق)
- 4- اسلاك توصيل

جهد الشبكة بالفولت	110	220	380
سعة المكثف / حصان بالميكروفاراد	150	50	18

خطوات اجراء التجربة :

- 1- افحص المحرك الثلاثي وسجل بياناته
- 2- شغل المحرك كما هو ثلاثي الأوجه وسجل قيمة القدرة
- 3- افصل المحرك حتى يقف تماما
- 4- أعد توصيل المحرك كما بشكل (23)
- 5- سجل قيمة القدرة والمحرك شغال وجه واحد
- 6- قارن بين قدرة المحرك عند تشغيله على خط ثلاثي وعند تشغيله على خط وجه واحد بعد توصيل المكثف المناسب
- 7- سجل ملاحظاتك



شكل (23)

التجربة التاسعة

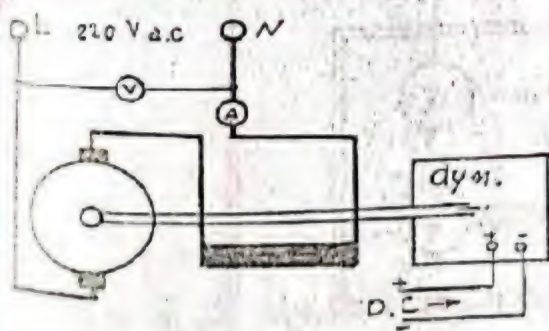
اختبار المحرك العام

الغرض من التجربة :

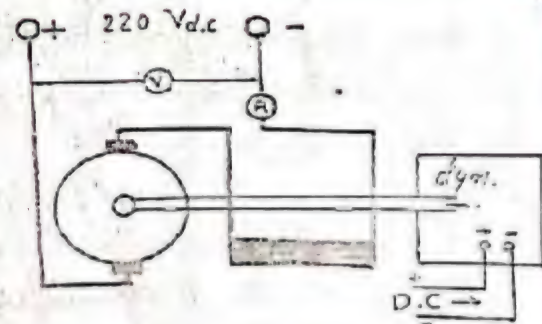
- 1- تشغيل المحرك العام على التيار المستمر D.C
- 2- تشغيل المحرك العام على التيار المتغير A.C
- 3- مقارنة التشغيل في الحالتين

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

- 1- محرك عام
- 2- ديناموميتر
- 3- عداد سرعة (تاكوميتر)
- 4- اميتر تيار متغير A_{ac} 0-1.5/5
- 5- اميتر تيار مستمر A_{dc} 0-1.5/3
- 6- فولتميتر تيار متغير V_{ac} 0-250
- 7- فولتميتر تيار مستمر V_{dc} 0-400
- 8- مصدر تيار متغير متحكم فيه V_{ac} 0-220
- 9- مصدر تيار مستمر متحكم فيه V_{dc} 0-220
- 10- جهاز واتميتر بقدرة تناسب المحرك
- 11- أسلاك توصيل



المحرك يعمل على التيار المتغير

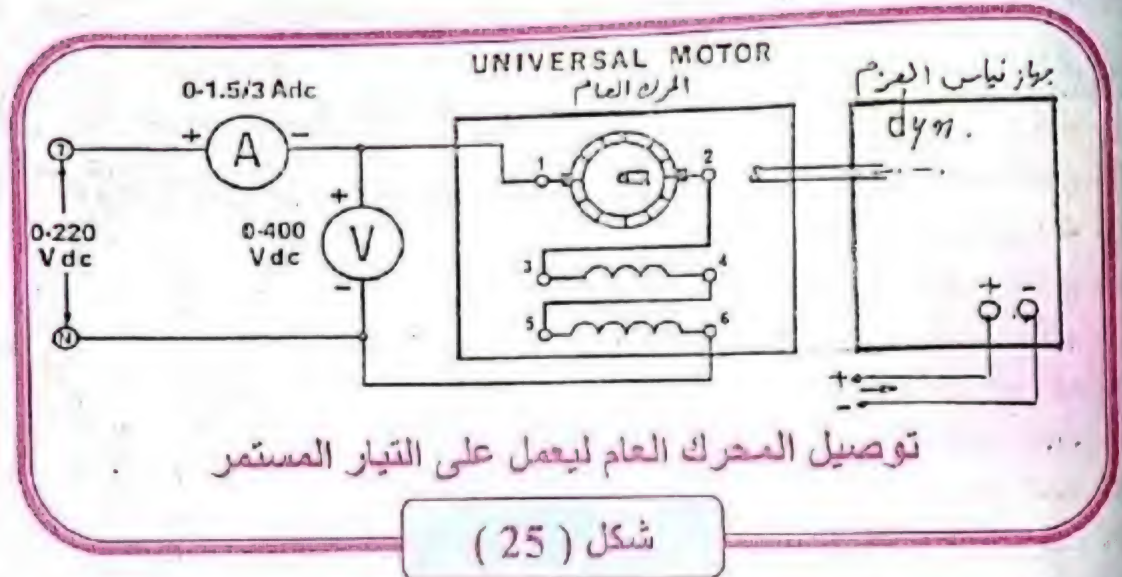


المحرك يعمل على التيار المستمر

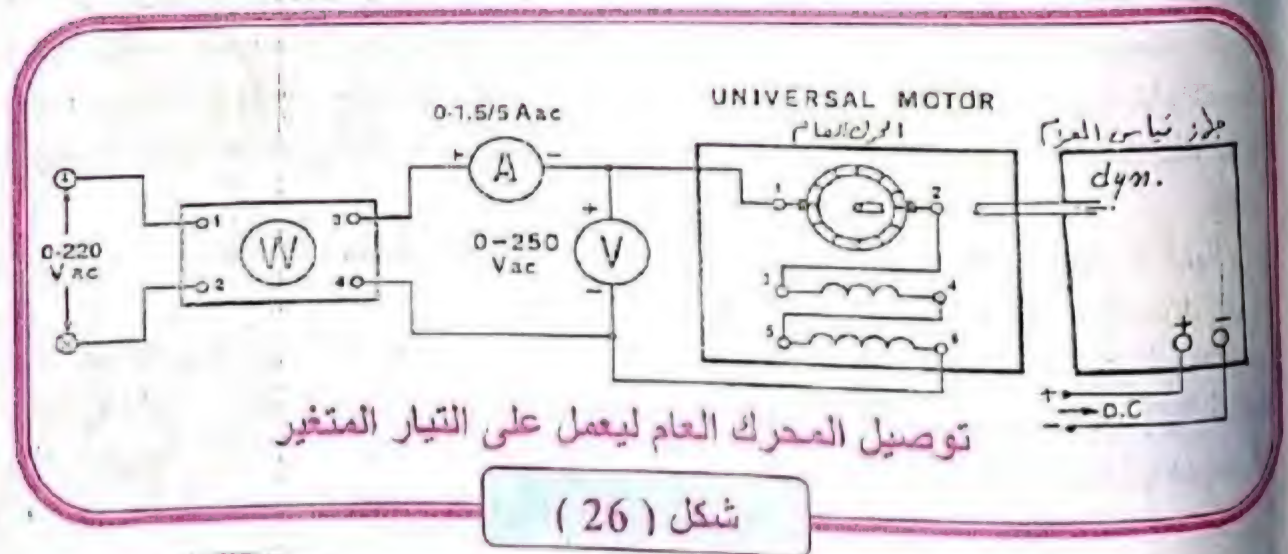
شكل (24)

خطوات اجراء التجربة :

- 1- ارسـم الدائرة الكهربـية للمحرك العام مع الديناموميتر في حالتي التشغيل على التيار المستمر والتيار المتغير شكل (24) .
- 2- افحص المحرك العام المخصص لاجراء التجربة وسجل البيانات الخاصة به
- 3- وصل المحرك كما في الدائرة شكل (25) للعمل على التيار المستمر وسجل قراءة الأجهزة وسجل قراءة الديناموميتر للعزم (N.m) وقس السرعة بالتاكوميتر وسجل القراءات بالجدول



- 4- وصل المحرك كما في الدائرة شكل (26) للعمل على التيار المتغير وسجل قراءة الأجهزة وسجل قراءة الديناموميتر للعزم (N.m) وقس السرعة وسجل القراءات بالجدول .



جدول تسجيل قراءات الأجهزة أثناء التجربة

نوع التيار	التيار A	الجهد V	العزم N.m	السرعة r.p.m
تيار مستمر D.C				
تيار متغير A.C				

الاستنتاج :

- 1- في حالة تشغيل المحرك العام على تيار مستمر نجده أكثر ثباتاً وعزم كبير وتيار عالي نسبياً والسرعة كبيرة
- 2- في حالة تشغيل المحرك العام على تيار متغير نجد أن التيار قليل وعزم منخفض والسرعة أقل

التجربة العاشرة

التحكم فى سرعة محرك تيار مستمر باستخدام الثايرستور

الهدف من التجربة :

التحكم فى سرعة محرك عام باستخدام الثايرستور

الأجهزة والمكونات المطلوبة :

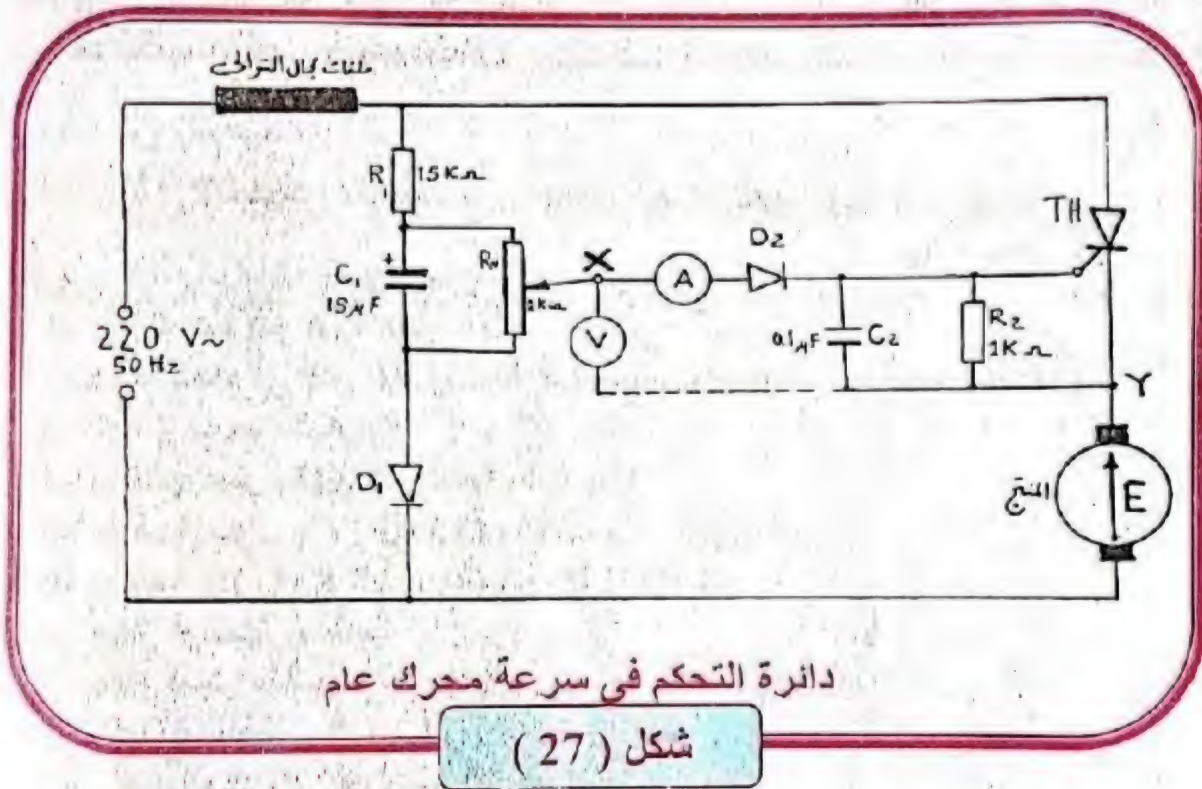
- 1- محرك عام (ذو قدرة صغيرة)
- 2- وحدة تحكم فى السرعة بواسطة الثايرستور (SCR Speed Control)
- 3- عدد 2 موحد سليكونى
- 4- بوتنشيوميتر ($2 K\Omega$) (لضبط السرعة)
- 5- مكثف كيماوى C_1 ($15 \mu F$) ومكثف C_2 ($0.1 \mu F$)
- 6- مقاومة R_1 ($15 K\Omega$) ومقاومة R_2 ($1 K\Omega$)
- 7- جهاز فولتميتر مناسب
- 8- جهاز أميتر مناسب
- 9- تآكوميتر (لقياس السرعة)
- 10- مصدر جهد 220 فولت - 50 هيرتز

خطوات اجراء التجربة :

مقدمة : شكل (27) يوضح نظاما للتحكم فى سرعة محرك عام بواسطة الثايرستور SCR بطريقة التغذية المرتدة السالبة ووظيفة الثنائى (D_1) هى تقويم نصف الموجه لعمل سلسلة نبضات ذات اتجاهات موجبة تظهر عبر مجموعة المقاومات (R_1 ، R_2) وبالتالى يصبح الجهد عند النقطة (X) موجبا ويمكن التحكم فى هذا الجهد بضبط منزلق المقاومة المتغيرة (R_v).

أما وظيفة المكثف (C_1) فهى عمل زاوية وجه بين الجهد (V_x) ومصدر الجهد لإيجاد زاوية تعويق للإشعال يمكن التحكم فيها من (0°) إلى (150°).
ويستخدم فرق الجهد بين النقطتين (X ، Y) لإشعال الثايرستور حيث يساوى الجهد عند النقطة (Y) قيمة القوة الدافعة الكهربائية العكسية لعضو استنتاج المحرك تقريبا وبالتالى فإن هذا الجهد يتناسب مع سرعة دوران عضو استنتاج المحرك وهكذا كلما ازداد الجهد (V_x) عن Y يعمل الثايرستور فى حالة من التوصيل تسلط القدرة على المحرك .

ويؤدي تحريك المنزلق على المقاومة المتغيرة (R_V) إلى أعلى جهة المقاومة (R_1) إلى انخفاض زاوية التعويق ، مما يؤدي إلى دوران عضو استنتاج المحرك بسرعة أكبر وتقوم المكونات (C_2 ، R_2) بضمان تحكم منتظم للسرعة عند السرعات المنخفضة عندما تكون زاوية التعويق كبيرة .



- 1- وصل الدائرة كما بشكل (27) وشغل المحرك بتوصيله بمنبع تيار متغير 220 v
- 2- حرك منزلق البوتنشيوميتر حتى تحصل على قراءة صفيرية لجهاز الفولتميتر . وقس سرعة المحرك عند قراءة فولتميتر تساوى صفر
- 3- حرك منزلق المقاومة لأعلى جهة المقاومة (R_1) وخذ عدة قراءات لسرعة المحرك وجهد الفولتميتر وسجل القراءات .
- 4- حرك منزلق البوتنشيوميتر بالتدريج إلى أسفل فى الجهة العكسية وخذ عدة قراءات لسرعة المحرك وقراءة الفولتميتر وسجلها مع ملاحظتك على المحرك

الاستنتاج :

امكن تغيير سرعة المحرك العام عن طريق التأثيرستور وذلك بالتحكم فى القيمة المتوسطة للتيار الموحد المغذى للمحرك .

أسئلة للمناقشة على التجارب المعملية

- 1- اشرح الغرض من إجراء تجربة المولد التوافقي في حالة اللاحمل .
- 2- يتكون منحني الدائرة المفتوحة للمولد التوافقي من جزئين - اشرح هذه العبارة
- 3- ما هي الأجهزة التي تستخدم في تجربة المولد التوافقي في حالة اللاحمل ؟
- 4- لماذا يجب تثبيت سرعة دوران المولد التوافقي أثناء إجراء تجربة اللاحمل ؟
- 5- عرف الحمل المترن على المولد التوافقي .
- 6- لماذا يتغير الجهد الطرفي للمولد التوافقي بتغير تيار الحمل ؟
- 7- لماذا تختلف اشكال منحنيات الأحمال عن بعضها ؟
- 8- لماذا يتم تثبيت تيار التغذية (I_f) أثناء إجراء تجربة المولد التوافقي في حالة الحمل؟
- 9- عرف التزامن في المولدات التوافقية
- 10- ما هي شروط إدخال المولد التوافقي الثلاثي الأوجه إلى منظومة القوى الكهربائية؟
- 11- ما هي الطرق المستخدمة لإجراء عملية التوافق؟
- 12- كيف يمكن التحكم في معامل قدرة المولد التوافقي بحيث يكون متاخراً مرة ومتقدماً مرة أخرى؟
- 13- اذكر الأجهزة التي تستخدم لإجراء عملية التزامن باستخدام المصابيح الثلاثة
- 14- اذكر الأجهزة التي تستخدم لإجراء عملية التزامن باستخدام السنكروسكوب
- 15- ما هي عيوب طريقة التزامن باستخدام المصابيح الثلاثة ؟ وكيف أمكن تجنب هذه العيوب؟
- 16- لماذا يتم توصيل المولدات التوافقية على التوازي ؟
- 17- ما هي القضبان العمومية B.B وما هي القضبان اللانهائية؟
- 18- ما هي وحدة قراءة جهاز الديناموميتر وفيما يستخدم ؟
- 19- ما هي العلاقة بين العزم - السرعة للمحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب ؟
- 20- ما هي العلاقة بين العزم - تيار الحمل للمحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب ؟
- 21- كيف أمكن الحد من تيار البدء عموماً في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب؟
- 22- كيف أمكن الحد من تيار البدء عموماً في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف ؟
- 23- ما هي الطرق المتبعة لبدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب؟
- 24- ما هي الأجهزة والمعدات اللازمة لبدء حركة محرك استنتاجي قفص سنجاب بواسطة توصيل مقاومات مع العضو الثابت - ثم بواسطة المحول النفسى ؟

- 25- ما هي خطوات عمل تجربة بدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه نوع قفص سنجاب بواسطة مفتاح نجمة / دلتا ؟
- 26- كيف امكن بتجربة عملية بدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف مع توضيح الاجابة برسم التجربة ؟
- 27- ماذا يحدث اذا تم ادارة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف بدون مقاومات بدء الحركة مع وجود قصر على حلقات الانزلاق ؟
- 28- لماذا يمر بالمحرك الاستنتاجي تيار بدء حركة عالي لحظة البدء ثم ينخفض إلى تيار التشغيل العادي بعد تمام الدوران ؟
- 29- هل يدور المحرك الاستنتاجي في نفس اتجاه دوران المجال الدوار أم عكسه ؟
- 30- لماذا لا يدور المحرك الاستنتاجي بسرعة تساوى سرعة المجال الدوار ؟
- 31- كيف أمكن عكس حركة المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه نوع قفص السنجاب وضح اجابتك بالرسم
- 32- ما هي الأجهزة والمعدات اللازمة لعكس حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه عضو دائر ملفوف وضح رسم التجربة المعدة لذلك ؟
- 33- اشرح بتجربة معملية كيف امكن تحويل المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب إلى محرك احادي الوجه قفص سنجاب وما قيمة سعة المكثف المستخدم/حصان اذا كان الجهد 220v
- 34- هل القدرة والسرعة والعزم للمحرك ثابتة بعد تحويله من محرك ثلاثي الأوجه إلى محرك وجه واحد ؟
- 35- متى يكون المحرك العام أكثر ثباتاً وذو عزم بدء كبير اذا تم تغذيته بتيار مستمر ؟ أو تم تغذيته بتيار متغير ؟
- 36- لماذا يعمل المحرك العام بسرعة منخفضة عند تغذيته بتيار متغير ؟
- 37- ما هي وظيفة الدايمو D في دائرة التحكم في سرعة المحرك العام بالثايرستور ؟
- 38- ما هو فرق الجهد الذي يتم استخدامه في اشعال الثايرستور ؟
- 39- ماذا يحدث للمحرك العام عند زيادة زاوية التعويق اثناء التحكم في سرعته بواسطة الثايرستور ؟

تدريبات عملية

عدد الحصص : (3) ثلاثة حصص أسبوعيا

الأهداف العامة :

- 1- تنفيذ تمرينات لإكساب الطالب المهارات الأدائية والمعرفية للمعدات الكهربائية
- 2- الفك والتركيب والتعرف على الأجزاء للآلات والمعدات الكهربائية
- 3- إصلاح وصيانة الآلات والمعدات الكهربائية
- 4- إجراء القياسات الكهربائية

المنهج الدراسي

الباب الأول: محركات الثلاثة أوجه

- 1- التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية:
(المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابي - المحرك ذو العضو الدائر الملفوف)
- 2- التدريب على توصيل الملفات بطريقتي النجمة والدلتا
- 3- التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة الأوجه وعمل الصيانة اللازمة لها
- 4- التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الثلاثة الأوجه وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

الباب الثاني : محركات الوجه الواحد

- 1- التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد (المحرك ذو الوجه المشطور - المحرك ذو المكثف - المحرك ذو القطب المظلل - المحرك العام)
- 2- التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

الباب الثالث : معدات التحكم والوقاية في دوائر محركات التيار المتغير

- تنفيذ تعاريف الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية في توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية في دوائر المحركات الكهربائية وجه واحد وثلاثة أوجه :
- 1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف - عكس حركة - النجمة / دلتا - سرعتين)
 - 2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) - (الأوفلود) - الموقت الزمنى (التايمر) - الضاغط اللحظي (بوش بوتن)
- (دائرة تشغيل لحظي - التشغيل المتواصل - تشغيل وإيقاف من عدة أماكن - عكس اتجاه الدوران - دوائر تشغيل المحركات ذات السرعتين المتناصفتين (دلاندر) وغير المتناصفتين بالإيعاقة المتبادلة - بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع توصيل الأوفلود مع جميع الدوائر - توصيل لمبات إشارة مع دوائر التحكم لبيان حالت التشغيل المختلفة .

الباب الرابع : صيانة الأجهزة المنزلية

- 1- الأجهزة المنزلية (السخان - الدفاية - الخلاط الكهربى - مضرب الخفق - المراوح الكهربائية - الغسالة الكهربائية)
- 2- التدريب عن طريق المحاكاة على (طرق الصيانة والإصلاح للأجهزة المنزلية) (السخان - الدفاية - الخلاط الكهربى - مضرب الخفق - المراوح الكهربائية - الغسالة الكهربائية .

الباب الأول

محركات الثلاثة أوجه

(تدريبات عملية)

- 1 - التدريب عن طريق المشاهدة والفحص على أنواع محركات الثلاثة أوجه الآتية :
(المحرك ذو العضو الدائر قفص سنجابي -
المحرك ذو العضو الدائر الملفوف)
- 2 - التدريب على توصيل الملفات بطريقتي
النجمة والدلتا
- 3 - التدريب على فك وتجميع محركات الثلاثة
الأوجه وعمل الصيانة اللازمة لها
- 4 - التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض
أنواع محركات الثلاثة الأوجه وعمل
القياسات اللازمة للتأكد من سلامة الملف

محركات الثلاثة أوجه

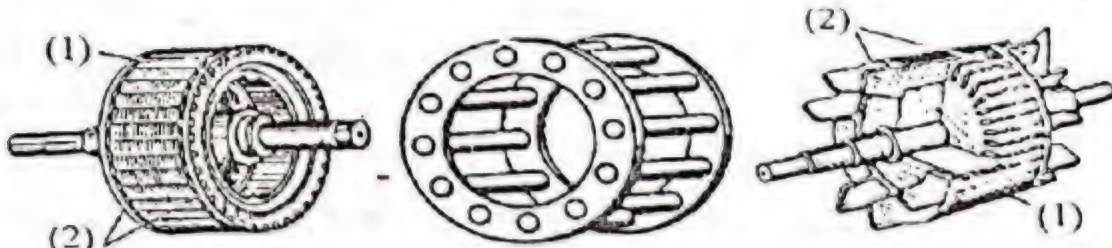
التدريب على إعادة لف وإصلاح محركات الثلاثة أوجه

الغرض من التمرين :

- إعطاء الطلبة فكرة مبسطة عن محركات التيار المتغير الثلاث أوجه ونوعياته المختلفة .
- التدريب على عمل التجارب اللازمة لاكتشاف أعطال المحركات سواء كانت ميكانيكية أو كهربية - علاج هذه الأعطال .
- التدريب على خطوات فك المحرك للإصلاح .
- التدريب على إعادة لف محركات الثلاث أوجه بنوعيات مختلفة - تسجيل البيانات اللازمة لإعادة اللف - إزالة الأسلاك من المجارى - التنظيف - عمليات إعادة اللف - التأكد من صحة اللف - الحقن بالورنيش - تجميع المحرك .

التعرف عن طريق المشاهدة والفحص :

مشاهدة وفحص نوعيات مختلفة من المحركات الثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابى والعضو الدائر الملفوف ومشاهدة اجزاء منها ... عضو دائر ... عضو ثابت ... غطاءان جانبيين ومشاهدة بعض المحركات الملفوفة للتعرف على طريقة توزيع المحركات للأوجه الثلاثة وطريقة توصيلها .



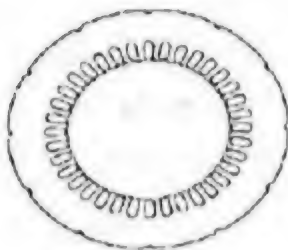
قفص مصنع بالصب

قفص السنجاب

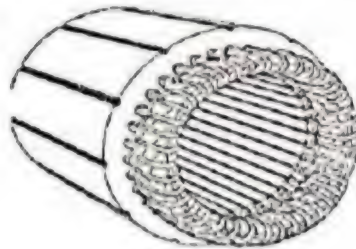
القضبان موضوعة فى المجارى

1 - قلب العضو الدائر .

2 - حلقتى توصيل القضبان وقصرهم .



رقبة من رقائق العضو الثابت



تحزيم الملفات



العضو الثابت وبه الملفات

الخامات المستخدمة فى لف المحركات الكهربائية :

السلك : هو سلك نحاسي معزول بطبقة من الورنيش وجودته تكون فى درجة نقاوة النحاس فكلما زادت نقاوته زادت مرونته فيتحمل شدة تيار أعلى ويزيد من سهولة إعادة اللف به . وتوجد الأسلاك بأقطار مختلفة تبدأ من 0.5 ديزيم وتندرج فى الارتفاع حتى تصل إلى 2 مم تقريبا (1 ملليمتر = 10 ديزيم) وتعزل الأسلاك بعازل مفرد (L) أى بطبقة ورنيش واحدة أو تعزل بعازل دوبل (2 L) أى معزول بطبقتان من الورنيش . وهذا العازل مع أنه يتحمل درجات حرارة مرتفعة تصل إلى 180 درجة إلا أنه يعزل لفة عن لفة أخرى وليس السلك عن الحديد ولذلك يوضع ورق برسيان داخل المجارى قبل تسقيط الملفات فلا يجب أبدا لأى سلك أن يلامس جسم المحرك . ويتم التعامل لقياس أو شراء السلك على أساس النحاس الصافي بدون ورنيش . ولذلك عند قياس قطر السلك يتم إزالة طبقة الورنيش بأى أسلوب بالحرق أو بالتفجير دون أن تحدث تآكل فى النحاس نفسه . أو يقاس السلك بالورنيش وتحذف طبقة الورنيش وهى حوالى :

من 0.01 إلى 0.04 ملم تقريبا إذا كان العازل مفرد
ومن 0.05 إلى 0.08 ملم تقريبا إذا كان العازل دوبل
ويتم شراء السلك المعزول ورنيش من السوق المحلى بالوزن (الكجم)

ملحوظة : بعض المحركات تلف بسلك ألومنيوم معزول بالورنيش ولا يختلف شكله الخارجى عن السلك النحاسى ولعدم تواجد هذا النوع بالسوق المحلى فأنه يستخدم سلك النحاس المعزول ورنيش بنفس عدد اللفات ولكن بمساحة مقطع أقل حوالى 15 % لأن سلك الألومنيوم يتحمل شدة تيار أقل من النحاس .

الورنيش السائل : ويوضع فوق الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف بالكامل والغرض الأساسى منه أن يجعل من الملفات جميعها كتلة واحدة فلا يمكن لأى سلك أن يجد مجالا للحركة . كما أنه يزيد من قيمة العزل . ويتم شراء الورنيش من السوق المحلى بالوزن (الكجم)

الأوراق العازلة (البرسيان) : ويوجد على عدة مقاسات وأنواعه (برسيان عادى) - (برسيان مسلفن) وهذا النوع الأخير هو الأكثر استخداما حيث أن درجة عزله مقبولة بالنسبة لسعره . كما يوجد ورق يسمى (نيومكس) وهو أعلى سعرا ولكن قيمة عزله جيدة إضافة لسهولة العمل به حيث أنه لا ينتشى بسهولة وهذا يساعد دخوله بسهولة داخل المجرى . ويتم شرائها من السوق المحلى بالفرخ .

المكرونة العازلة : وتوجد بمقاسات مختلفة فمنها الحرارية ومنها العادية وتستخدم لعزل لحامات الأطراف الداخلية للمحرك . ويتم شراؤها من السوق المحلي بالمتري أو العود .

خيط الرباط : وأنواعه (حرير - قطن) ويستخدم في تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الصغيرة ويتم شراؤه من السوق المحلي بالبكرة أو اللفة

شريط القطن : ويوجد على عدة مقاسات مختلفة ويستخدم في تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الكبيرة ويتم شراؤه من السوق المحلي باللفة .

أطراف التوصيل : وتصنع من سلك النحاس الشعر المعزول بلاستيك ويتم اختيار المقاس المناسب حسب قدرة المحرك المراد لفة . ويتم شراؤها من السوق المحلي بالمتري

قصدير اللحام المحشو قلفونية : ويستخدم للحام الأطراف الداخلية للمحرك لزيادة متانة وجودة وصلات اللحام ويستخدم معه مساعد لحام (فلكس أو قلفونية) . ويتم شراؤه من السوق المحلي بالوزن (الكجم)

المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه

Three Phase Induction Motor

المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه تتراوح قدرته بين كسور الحصان وعدة آلاف من الأحصنة وهذا المحرك له خاصية ثبات السرعة إلى حد كبير ، كما أنه بسيط التركيب ومنخفض الثمن مقارنة بالمحركات الأخرى ، ومما يعيب هذا المحرك أنه ليس من السهل التحكم في سرعته كما أن تيار البدء لهذا المحرك عالى (6 - 8 أضعاف تيار الحمل الكامل) .
ويستخدم المحرك ذي الثلاثة الأوجه لإدارة ماكينات الورش والأوناش وظلمبات المياه.....إلخ .

ويتركب المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه من ثلاثة أجزاء رئيسية هي :
1 - العضو الثابت 2 - العضو الدائر 3 - الغطاءان الجانبيان

أولا : العضو الثابت :

وهو عبارة عن مجموعة من الرقائق مصنوعة من الصلب السليكونى المعزولة تتراوح سمكها من 0.3 مم إلى 0.6 مم حسب حجم المحرك ، وتجهز هذه الرقائق ليتكون على محيطها الداخلى عدد من المجارى . والهدف من تصنيع العضو الثابت بهذه الطريقة هو تقليل حرارة الحديد الناتجة من التيارات الإعصارية التى تكونت بسبب تعرض الحديد للمجال المغناطيسى المتغير داخل المحرك . وبعد إكمال تصنيع المحرك بهذه الطريقة يتم تقسيمه إلى العدد المطلوب من الأقطاب وتقسّم المجارى فى كل قطب على الأوجه الثلاثة ثم بعد ذلك يتم تركيب ملفات كل وجه فى المجارى الخاصة به تحت كل قطب بحيث يفصل بين كل وجه وآخر 120 درجة كهربية وفى نهاية عملية اللف يكون قد تم تركيب ثلاثة ملفات فى العضو الثابت لكل ملف طرفان هذه الأطراف الستة يتم تغذية العضو الثابت من خلالها بعد توصيلها إما على شكل نجمة أو دلتا .

ثانيا : العضو الدائر

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية. الجزء الأول هو القلب حيث يتركب من ألواح رقيقة من الصلب السليكونى ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمى بالرقائق والجزء الثانى هو عمود الإدارة حيث يتم تجميع رقائق القلب عليه مع ضغطها. أما الجزء الثالث فهو عبارة عن ملفات القفص السنجابي والتي تتكون من قضبان نحاسية أو ألمنيوم سميكة تم تبويبها فى مجار خاصة بها فى القلب الحديدي وهذه القضبان مقصورة أطرافها مع بعض من الجهتين بحلقتين من نفس معدن القضبان .

ثالثا : الغطاءان الجانبيان

ويثبتا على هيكل العضو الثابت بواسطة مسامير بصواميل أو مسامير مقلوطة وكل منهما في تجويف مركزي دائري ويحتوي الغطاءان على الكرسيين ، وهما عادة بلي أو ذو جلبية حيث يدور فيهما عمود الدوران وفالديهما حمل العضو الدائر في وضع مركزي دون احتكاك بينهما.

إعادة لف المحرك الاستنتاجي ذي الثلاثة أوجه

أولا : خطوات فك المحرك

إن إعادة لف محرك إستنتاجي ثلاثي الوجه يتطلب فك ذلك المحرك حتى يتم أخذ البيانات المطلوبة منه والبدء لإعادة لفة وهذه العملية لها خطوات يجب إتباعها بشكل متسلسل حتى نخرج بصورة واضحة عن المحرك الاستنتاجي وإعادة لفة وهذه الخطوات المتبعة لإعادة لف المحركات الكهربائية .

أولا : تدوين البيانات :

إن لكل محرك مطلوب إعادة لفة بطاقة تعريف بها معلومات كاملة عنه وتوجد في مكانين :

1- بيانات خارجية

هو لوحة المحرك (لوحة التسمية) وهذه اللوحة تشمل المعلومات الخارجية والتي تتعلق بالتوصيل الخارجى أو بنتائج ذلك التوصيل وهذه المعلومات تختلف من محرك إلى آخر ومن شركة إلى أخرى وقد تم الاتفاق على معلومات شبه موحدة فى أغلب المحركات والشركات وتشمل هذه المعلومات على :

الجهـد - شدة التيار عند الحمل الكامل - عدد الفازات - السرعة - القدرة - التردد - نوع وطراز المحرك - معامل القدرة - الرقم المسلسل للشركة الصانعة .

SIEMENS		
3 PH	S N 0109516535	
380 / 220 V	3.0 / 5.5 A	
1.5 KW	COS	0.95
1450 R. P. M / Umin	50 HZ	Cycle
MODEL - TYPE 0999gdr	MADE IN U.S.A	Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR

وقد تقل هذه المعلومات أو تزيد في لوحة التسمية حسب تصميم وسياسة الشركة المصنعة ، كما يجب أن يتم تسجيل تلك المعلومات قبل البدء في فك المحرك .

2- بيانات داخلية

وهو من داخل المحرك وقبل فكه يجب تعليم جوانب المحرك (وضع علامات على جسم المحرك وعلى الغطائين الجانبيين) بالزنبه أو شوكة علام وبعد فكه تؤخذ المعلومات لأن تلك المعلومات هي التي تساعدنا في رسم إنفراد اللف بشكل صحيح ويتم أخذها سواء عن طريق العضو الثابت أو الملفات الموضوعه داخل المجارى وهذه المعلومات هي :

عدد المجارى - عدد الملفات - عدد اللفات - عدد الأقطاب (عدد المجموعات) - قطر السلك بالعازل - وبدون عازل - نوعية اللف - خطوة اللف
ثانيا : - حل الملفات (نزع الملفات)

يتم نزع الملفات بقطعها من أحد جوانبها وسحبها من الجانب الآخر وذلك باستخدام أجنة مستوية ، ويراعى في هذه الحالة أن تكون الأجنة مائلة في حال استخدامها ثم تدق بالجاكوش بلطف وعدم استخدامها بشكل رأسى لأنها قد تؤدي إلى إتلاف شرائح العضو الثابت . ويتم رفع الخوابير باستخدام صفيحة منشار وجاكوش وذلك بالدق على سلاح المنشار حتى تنغرس أسنانه في الخابور ثم يدفع بالجاكوش إلى الخارج . وبواسطة الدفع بالملفات بالدق عليها داخل المجارى باستخدام سيخ معدنى صلب قطره أقل من فتحة المجرى يتم خروج الملفات وسحبها من الناحية الأخرى .

ثالثا : عزل المجارى

يجب عزل المجارى بعازل مناسب وبالأطوال المحددة لنفس المجرى وذلك العازل يحسب الأسلاك من أى احتكاك بالعضو الثابت وحماية الأسلاك من الزوايا الحادة والتي تزيل عزل الأسلاك الخاصة باللف .

رابعا : لف الملفات

لف الملفات يتم بعد أخذ المعلومات المطلوبة بعد حل الملفات حسب عدد المجموعات واللفات ونوع اللف وقطر السلك ثم تصنع الفورمة المناسبة بالمقاس الخاص بخطوة اللف . وتبدأ العملية بمعرفة نوع اللف فإذا كان اللف متداخل تشكل قطعة من السلك الغليظ على شكل اللفة الداخلية للملف الأول الصغير مع زيادة الطول حوالى واحد ونصف سنتيمتر خارج المجرى من كل جهة ويزاد كلما زادت قدرة المحرك ثم تكرر العملية للملف الذى يليه على أن يمتد خارج المجرى من الجهتين بحيث تصبح المسافة بينه وبين الملف الأول واحد سنتيمتر تقريبا ويمكن الحصول على أكثر من ملف بهذه الطريقة وتسمى هذه العملية بأخذ لقطة الخطوة .

خامسا : تسقيط الملفات فى المجارى

قبل أن نبدأ عملية تسقيط الملفات يجب مراعاة أن تكون أطراف الملفات من الجهة التى بها فتحة الروزّة ، بعد ذلك يتم مسك الملف باليدين من جهتي العضو الثابت ويتم تقسيم لفات الجانب الأول للملف إلى مجموعات ثم يتم دفع كل مجموعة تليها الأخرى حتى تستقر فى قاع المجرى وتتبع نفس الطريقة عند تسقيط الجانب الثانى للملف وبعد الانتهاء من تسقيط لفات الملف جميعها يوضع فوقها غطاء من ورق البرسبان وذلك للحفاظ على عدم خروج الأسلاك من المجرى . وتتبع نفس الطريقة مع باقى ملفات المجموعة وجميع ملفات المحرك . مع التأكد من عدم وجود أى أسلاك خلف عزل المجارى ، مع مراعاة المحافظة على الأسلاك من أى خدش أو احتكاك بحديد المجارى

سادسا : توصيل الملفات

وهذا التوصيل يرجع إلى عدد الأقطاب وطريقة التوصيل بالنسبة للمجموعات ويجب معرفة أنواع التوصيلات الموجودة والتى يوصل بها المحركات بشكل عام .

سابعا : توصيل الملفات وتحزيمها

بعد الانتهاء من وضع الملفات فى المجارى وتحزيمها من الخلف يتم ضبط وضع الملفات على محيط العضو الثابت بواسطة دقماق خشب أو كاوتش لتكون الملفات على شكل حلقة كاملة الاستدارة لتسهيل دخول العضو الدائر وعدم احتكاكها بها أثناء دورانه ثم نقوم بتوصيل ملفات كل وجه على حدا حسب القطبية بطريقة تجعل كل قطبين متجاورين مختلفي القطبية مع مراعاة العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد المجموعات، ثم تلحم جميع الوصلات وتزود أسلاك توصيل لأطراف كل وجه مع خط القدرة بسلك توصيل مرن ويستحسن أن يكونا ذى ألوان مختلفة للبدايات والنهايات . ثم يتم تحزيم الملفات من الأمام بالدوبارة أو شريط القطن مع العناية بربط أطراف التوصيل مع الملفات وذلك حتى لاتنقطع من الملفات إذا حدث وتعرضت للشد لأى سبب من الأسباب

ثامنا : اختبار الملفات

بعد إتمام عملية اللف وعمل التوصيلات يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود قصر أو دوائر مفتوحة أو تماس أرضى أو توصيلات غير صحيحة .

تاسعا : تشبييع الملفات بالورنيش

تشبييع الملفات بالورنيش الهوائى يؤدى إلى تماسكها وزيادة كفاءة عزلها ويتم ذلك بوضع العضو الثابت فى إناء بوضع تكون المجارى رأسية ثم يصب فوقها الورنيش ببطء إلى أن يتخلل الورنيش جميع أجزاء الملفات مع مراعاة إزالة الورنيش الذى يمكن أن يكون قد تساقط على محيط العضو الثابت أو على الأجانب .

عاشرا : التجميع النهائي والتوصيل والتجربة وأخذ انقياسات

يتم تجميع المحرك بعد جفاف الورنيش ويوصل بالمنبع المناسب مع قياس شدة التيار لكل وجه بواسطة بنسة الامبير والتأكد من أنه مناسب للتيار المسجل على لوحة التسمية ، وأيضا قياس سرعته بالتاكوميتر

2- التدريب عن طريق المحاكاة على :

- الطرق المتبعة في لف ملفات المحركات الثلاثية الأوجه
- لف عدد من الملفات ثم توصيلها معا بحيث يكون التيار في اتجاه واحد في جميع الملفات
- لف مجموعة بخطوة متساوية واسقاطها بمجاري المحرك .
- لف مجموعة بخطوة متداخلة واسقاطها بمجاري المحرك .
- توصيل المحرك نجمة / دلتا عن طريق الروزّة كما بالشكل .

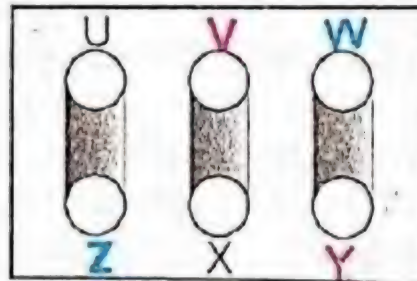
طريقة توصيل النجمة :

- توصيل نهايات الاوجه الثلاثة مع بعضها .
- ترك اطراف بدايات الاوجه الثلاثة مفتوحة (U ، V ، W) لتوصيل التيار الكهربى

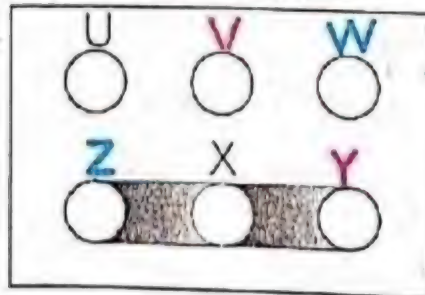
طريقة توصيل الدلتا :

- يوصل نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الاول ويخرج طرف U .
- يوصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثانى ويخرج طرف V .
- يوصل نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الثالث ويخرج طرف W .

الشكل يبين توصيل دلتا Δ



الشكل يبين توصيل نجمة Y

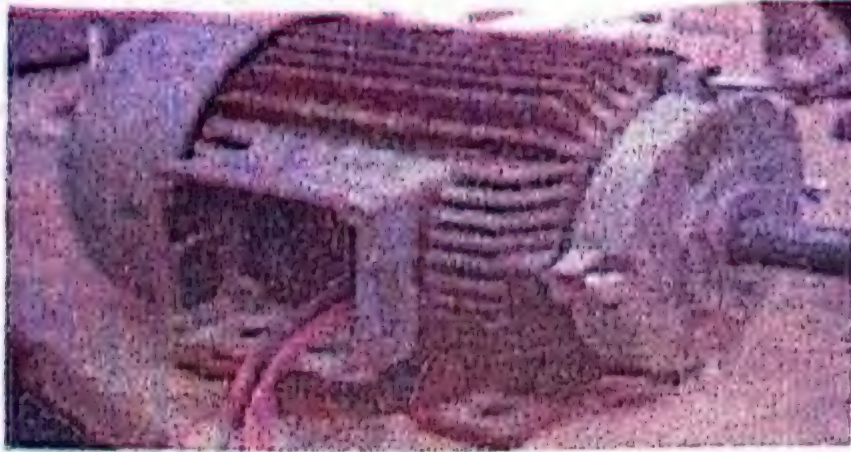


الاشكال تبين توصيل ملفات المحرك نجمة و دلتا بتوصيل المحرك

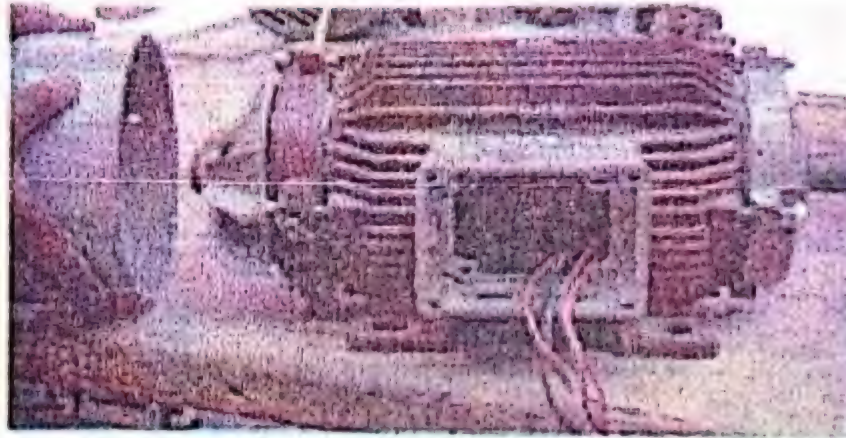
التدريب على فك وتجميع ملفات الثلاث اوجه

الخطوات المتبعة لفك المحركات الكهربائية :

- 1- نقل الآلة الى ورشة الكهرباء ، مع وضع لوحة ارشادية لوجود اصلاح تعلق على مكان الآلة
- 2- كتابة المعلومات الفنية والبيانات الموجودة على لوحة الآلة (Name Plate) فى مذكرة المعلومات لسهولة الاستعانة بها والرجوع اليها عند الصيانة .
- 3- التأكد من وجود العدد اللازمة لفك الآلة بالطريقة الفنية المتخصصة .
- 4- فك الكابل الموصل للمحرك ، ولف شريط لحام على الأطراف العارية لعزلها ، وتجنب الخطر .
- 5- فك الآلة وذلك بحل مسامير التثبيت ، وفك الكبلنج (Coupling) .
- 6- تنظيف جسم المحرك من الخارج ، وتنظيف المسامير من الصدأ والأتربة بواسطة فرشاة سلك وفوطة .
- 7- فك غطاء الروزّة ، وفك الكبارى من الأطراف ويجب تلامس اطراف الآلة ببعضها وبجسم الآلة لتخليصها من اى شحنات كهربائية استاتيكية .
- 8- يتم فك غطاء علبة التوصيل على الغطاء الخارجى .
- 9- تحديد وضع غطائى الآلة ، بوضع علامة (بقلم تعليم او زنبعة علام) على الغطاء وجسم الآلة ، كل غطاء بعلامة مختلفة حتى يسهل بعد ذلك تركيب الآلة .
- 10- فك غطاء مروحة تبريد المحرك ثم المروحة فى حالة تزويد المحرك بها ، ثم يتم فك مسامير ربط الغطاءان الجانبيان مع مراعاة استخدام المفاتيح البلدى او مفاتيح الصندوق او المفكات المناسبة حسب شكل وابعاد راس المسمار ، كما يجب عدم استخدام الزرادية مطلقا فى عملية فك المسامير حتى لا تتعرض رؤوس المسامير للتلف ويصعب فكها وربطها مرة اخرى ، وتوضع المسامير التى تم فكها فى علبة لحفظها من الضياع ، ويستخدم الدقماق الخشبى للدق على غطائى المحرك حتى يتم فصلها عن اطار العضو الثابت ولا يستخدم الجاكوش فى هذه العملية ، ثم يتم غسل الغطاءان بالبنزين جيدا لنظافتهما من الشحم القديم .
- 11- سحب العضو الدوار (Rotor) بعناية وحرص لعدم اصابة الملفات واستقباله بكلتا اليدين مع المحافظة على الملفات .
- 12- التعرف على اجزاء المحرك .



فك مسامير تثبيت الغطاء



فك الغطاء الواقى لمروحة التهوية



اخراج الغطاء الخلفى



إخراج العضو الدائر



إخراج الغطاء الأمامي

التدريب على إعادة لف محركات التيار المتغير الثلاثية الأوجه

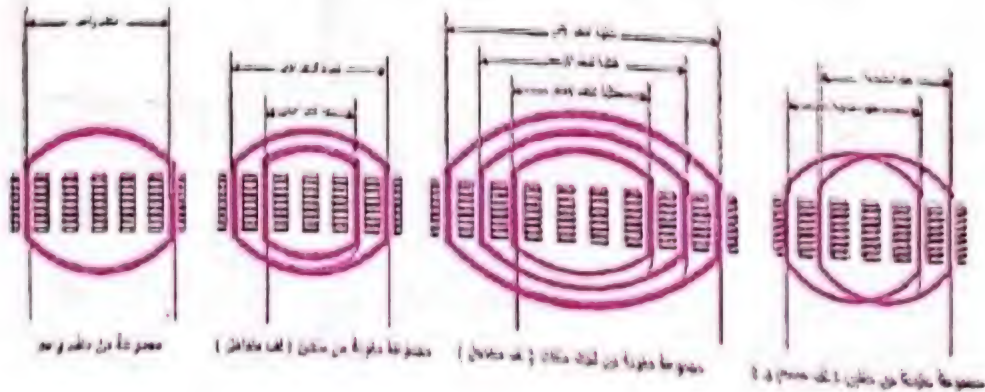
مقدمة : عند إعادة لف المحركات الكهربائية يجب ان يكون معلوما لدينا أن تصميم ملفات أى محرك يتم وفقا لقواعد وحسابات وضعت بمعرفة الشركة المنتجة للوصول إلى أفضل أداء للمحرك وبأقل التكاليف الممكنة ، لذا يجب لف ملفات المحرك المطلوب إعادة لفه طبقا لما كان عليه قبل تلف ملفاته دون أى تغيير . وفيما يلى المعلومات والخطوات التى يجب معرفتها قبل البدء فى إجراء عمليات اللف

الملف : وهو عبارة عن عدد من اللفات من السلك المعزول بطبقة من الورنيش تلف فى اتجاه واحد وتسمى المسافة بين جانبي الملف بخطوة اللف وتكون خطوة اللف خطوة كاملة إذا كانت تساوى خطوة القطب ، وتكون خطوة اللف خطوة كسرية إذا كانت أكبر أو أقل من خطوة القطب .



ملف من عدة لفات

المجموعة : وهى عبارة عن عدد من الملفات توصل معا بالتوالى بحيث يكون التيار فى اتجاه واحد فى جميع الملفات فى المجموعة وتكون المجموعة إما ملف أو ملفين أو ثلاثة أو أكثر .



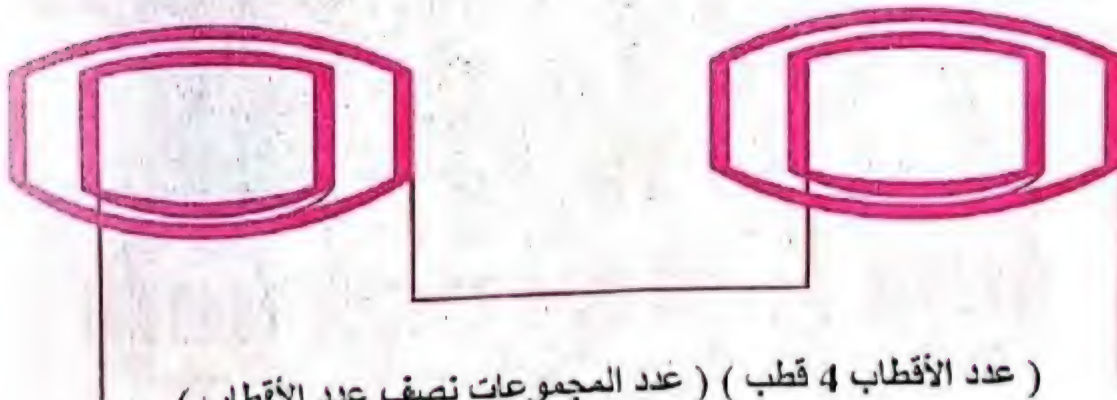
توصيل المجموعات:

التوصيل على التوالي (نهاية بنهاية — وبداية ببداية) :
توصل المجموعات بهذه الطريقة عندما تكون عدد المجموعات مساوية لعدد الأقطاب



(عدد الأقطاب 4 قطب) (عدد المجموعات 4 مجموعة)

التوصيل على التوالي (نهاية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة إذا كانت عدد المجموعات مساوية لنصف عدد الأقطاب



(عدد الأقطاب 4 قطب) (عدد المجموعات نصف عدد الأقطاب)

ثانياً : التمارين التنفيذية

اسم التمرين :

التدريب على إعادة لف العضو الثابت لأنواع مختلفة من محركات التيار المتغير الثلاثي الأوجه ذات العضو الدائر (قفص سنجابي)

الغرض من التمرين :

- 1- التدريب على استعمال العدد والادوات اللازمة في إعادة اللف .
- 2- التدريب على إزالة ملفات المحرك بفكها من العضو الثابت .
- 3- التدريب على تنظيف المجارى وأخذ البيانات اللازمة .
- 4- التدريب على رسم انفرادات الدوائر لمحركات ذات قطبيتين مختلفة .
- 5- التدريب على كيفية عمل الفورمة الخاصة بالملف .
- 6- التدريب على عزل مجارى العضو الثابت وتسقيط الملفات بالمجارى .
- 7- التدريب على توصيل الاطراف الداخلية وتوصيل نهايتها بالسلك المرن .
- 8- التدريب على تحزيم الملفات بشريط القطن أو الدوبارة .
- 9- التدريب على اختبار ملفات المحرك للتأكد من صحة التوصيل وتجربة المحرك بعد توصيل الاطراف على الروتة وتوصيلها نجمة أو دلتا .

الخامات المستخدمة :

- 1- سلك نحاس معزول ورنيش .
- 2- ورق برسبان .
- 3- سلك اطراف (استرلنج) ويمكن استخدام البديل سلك نحاس معزول بلاستيك 1×2 مم
- 4- مكرونة عازلة .
- 5- قصدير بالقلفونية .
- 6- مساعد لحام (فلكس - قلفونية) .
- 7- دوبارة أو شريط قطن .
- 8- ورنيش عازل .

العدد والادوات والاجهزة المستخدمة :

- | | |
|------------------|------------------|
| 1 - سلاح منشار . | 2 - اجنة صلب . |
| 3 - جاكوش . | 4 - أز ميل صلب . |
| 5 - قصافة . | 6 - مقص قماش . |

- 7 - شريحة فبر معدة .
 9 - مصباح اختبار .
 11 - فورمة خشبية .
 13 - أفوميتر .
 15 - عداد سرعة .
 8 - مبرد خشابي .
 10 - زرادية مببطة .
 12 - كاوية لحام .
 14 - جهاز ميكر .
 16 - بنسة أمبير

بيانات اعادة لف بعض المحركات الثلاثية الأوجه

القدرة	المجاري	الاقطاب	قطر السلك	خطوة اللف	عدد لفات الملف	وزن السلك بالجرام
½ حصان	12	2	0.4	6/1	200	400
½ حصان	18	2	0.35	12/10/8/1	130	500
½ حصان	18	4	0.25	6/4/1	250	500
½ حصان	24	4	0.4	6/1	110	500
½ حصان	24	2	0.55	12/10/1	55	500
550 وات	24	2	0.7	12/10/1	50	600
550 وات	24	4	0.5	6/1	100	600
550 وات	24	4	0.35	8/6/1	200	600
½ حصان	36	4	0.4	12/10/8/1	100	700
½ حصان	36	6	0.35	7/1	175	750

يجب معرفة سرعة المحرك وتحويلها الى عدد من الاقطاب وذلك بالاستعانة بالجدول التالي الذي يوضح السرعة وما يقابلها من اقطاب بذبذبة 50 ذ / ث

العلاقة ما بين عدد الاقطاب و سرعة دوران المحرك

عدد الاقطاب	2	4	6	8	10	12
سرعة المجال (RPM)	3000	1500	1000	750	600	500
سرعة العضو الدائر تقريبا	2800	1400	900	700	550	450

حسابات اللف لمحركات الثلاثة أوجه

أولاً :

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

ثانياً :

$$\text{إيجاد عدد مجارى القطب الواحد} = \frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{مجرى / قطب}$$

ثالثاً :

$$\text{إيجاد عدد مجارى الوجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجارى القطب الواحد}}{\text{عدد الأوجه}} = \text{مجرى / وجه / قطب}$$

رابعاً :

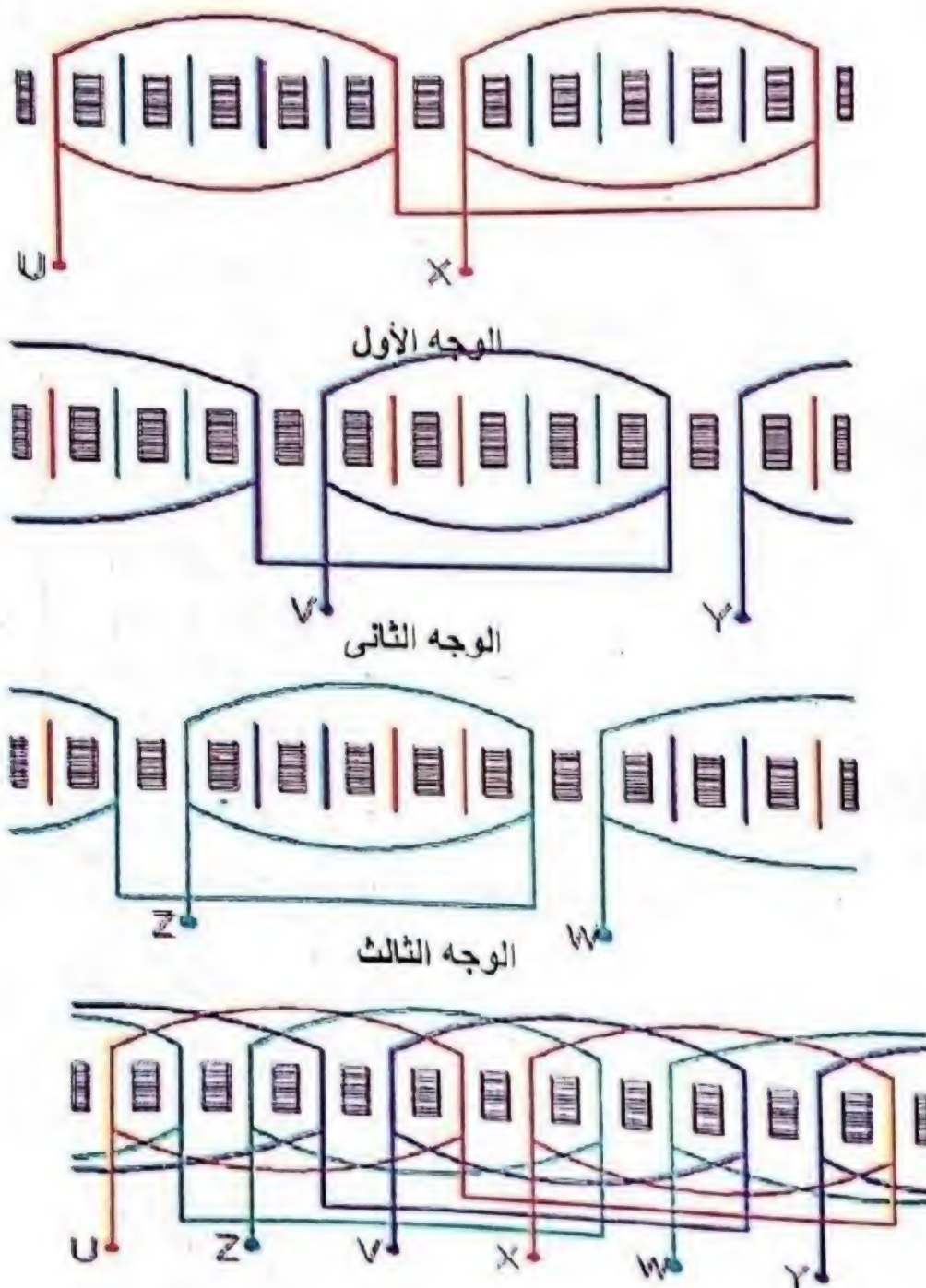
$$\text{إيجاد قيمة الزاوية الكهربية للمجرى} = \frac{180 (\text{الزاوية بين كل قطب والآخر})}{\text{عدد مجارى القطب الواحد}} = \text{درجة}$$

التدريب الأول :

اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة /د
بخطوة لف 1-6

عدد مجارى القطب الواحد 6 مجارى
عدد مجارى الوجه / قطب 2 مجرى
عدد مجموعات الوجه الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة ملف واحد
خطوة اللف 1 - 6
عدد ملفات الملف 200 لفة
قطر السلك بالعازل 0.4 مم
وزن السلك 450 جرام
قدرة المحرك 1/2 حصان
توصيل المجموعات نهاية بنهاية
توصيل الروزّة نجمة
الجهد 380 فولت

الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب
خطوة اللف 1 - 6



انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 12 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة / د بخطوة لف 1 - 6

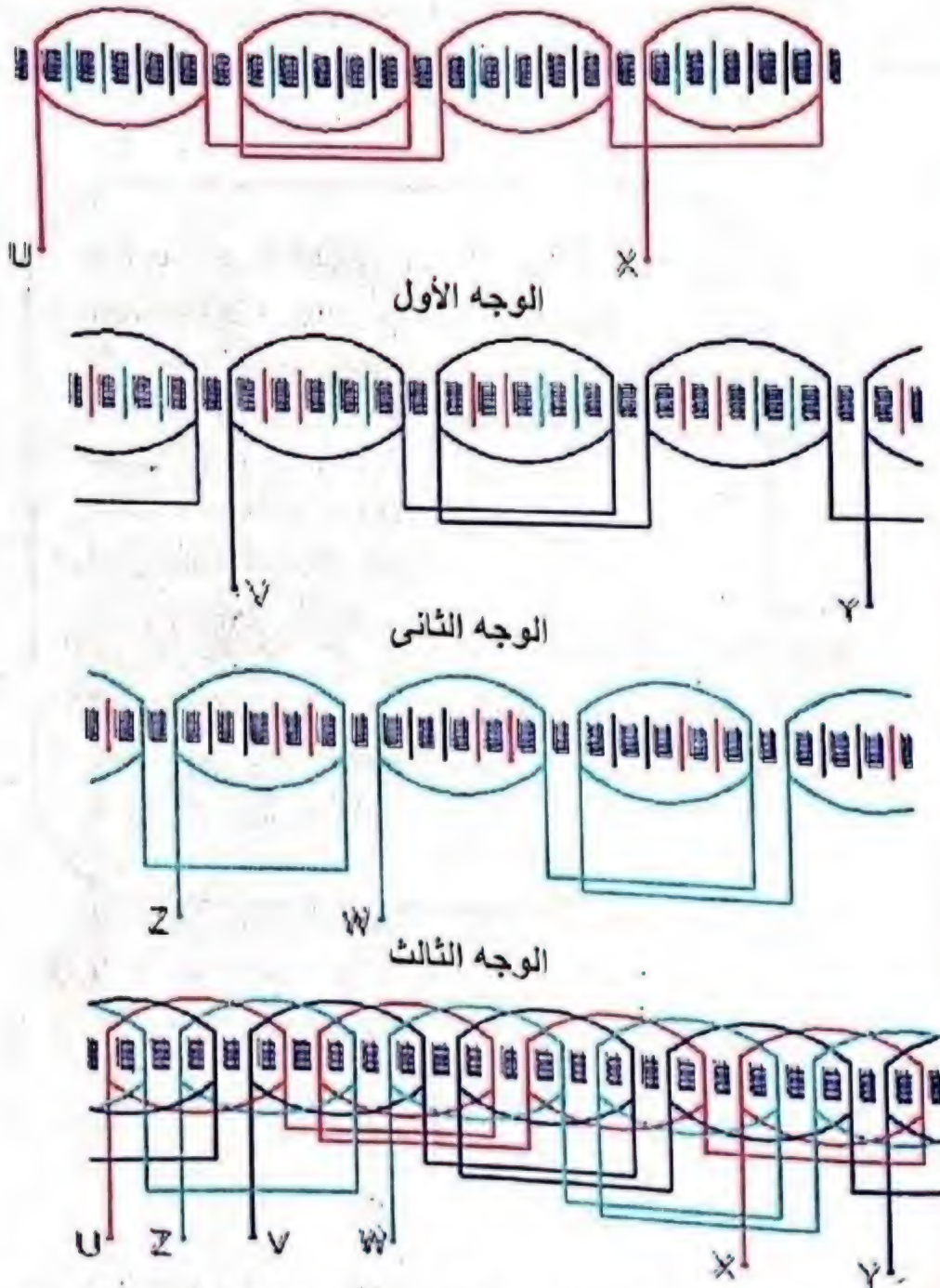
التدريب الثاني

اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة / د
بخطوة لف 1- 6

خطوة اللف 1 - 6

- عدد مجارى القطب الواحد 6 مجارى
- عدد مجارى الوجه / قطب 2 مجرى
- عدد مجموعات الوجه الواحد 4 مجموعات
- عدد ملفات المجموعة الواحدة ملف واحد
- عدد ملفات الملف 100 لفة
- قطر السلك بالعازل 0.5 مم
- وزن السلك 600 جرام
- قدرة المحرك 550 وات
- توصيل المجموعات نهاية بنهاية
- توصيل الروزنة نجمة
- الجهد 380 فولت

الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب
خطوة اللف 1 - 6



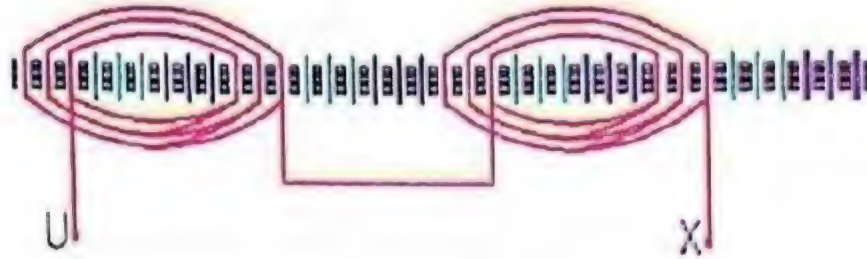
انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 24 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة / د بخطوة اللف 1 - 6

التدريب الثالث

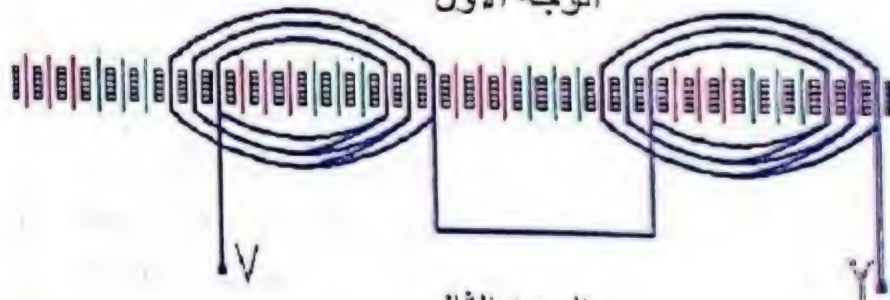
اعادة لف محرك ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة / د
بخطوة لف 1-8-10-12

عدد مجازى القطب الواحد 9 مجازى
عدد مجازى الوجه / قطب 3 مجرى
عدد مجموعات الوجه الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة 3 ملفات
خطوة اللف 1-8-10-12
عدد لفات الملف 100 لفة
قطر السلك بالعازل 0.4 مم
وزن السلك 700 جرام
قدرة المحرك $\frac{1}{2}$ حصان
توصيل المجموعات نهاية ببداية
توصيل الروزته نجمة
الجهد 380 فولت

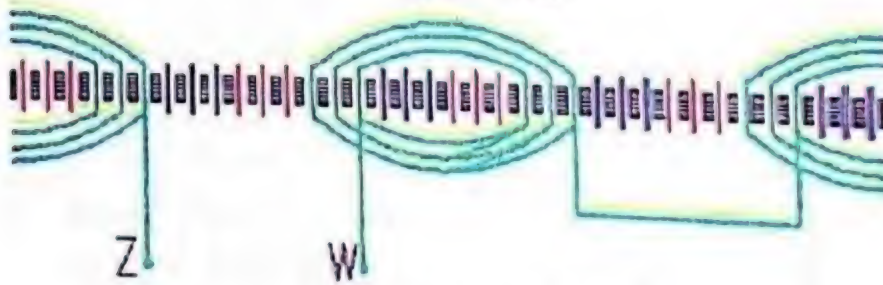
الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12



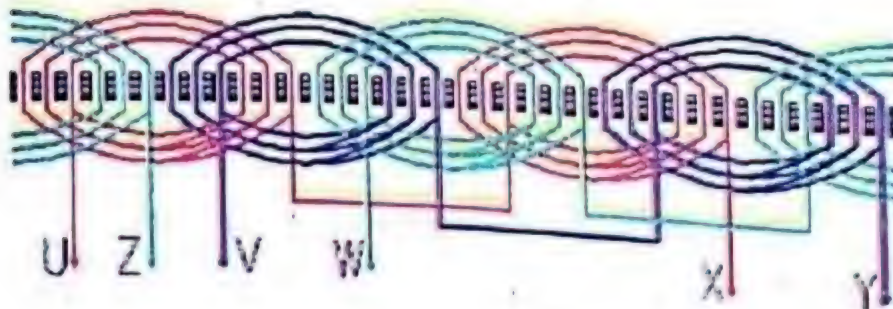
الوجه الأول



الوجه الثاني



الوجه الثالث



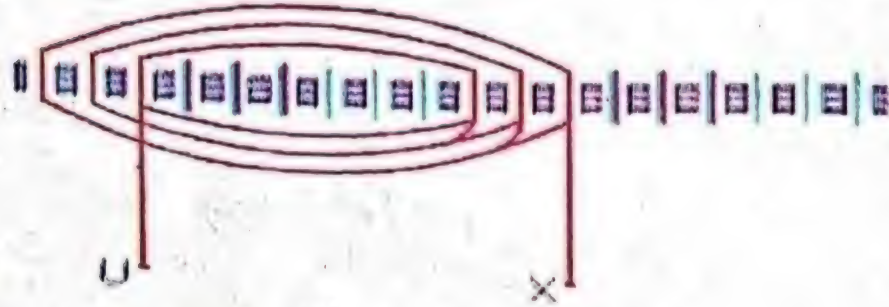
انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 36 مجرى 4 قطب سرعته 1500 لفة /د
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12

التدريب الرابع

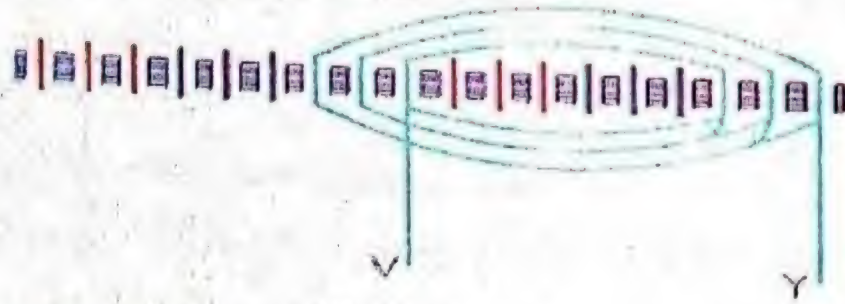
إعادة لف محرك ثلاثة أوجه 18 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة / د
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12

عدد مجارى القطب الواحد 9 مجارى
عدد مجارى الوجه / قطب 3 مجرى
عدد مجموعات الوجه الواحد 2 مجموعة
عدد ملفات المجموعة الواحدة 3 ملفات
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12
عدد ملفات الملف 130 لفة
قطر السلك بالعازل 0.35 مم
وزن السلك 500 جرام
قدرة المحرك 1/2 حصان
توصيل المجموعات نهاية بنهاية
توصيل الروزقة نجمة
الجهد 380 فولت

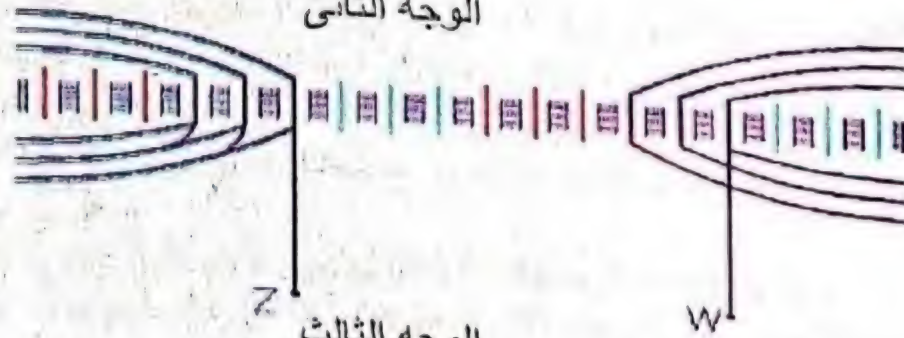
الرسم يبين انفراد لف محرك تيار متغير ثلاثة اوجه 18 مجرى 2 قطب
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12



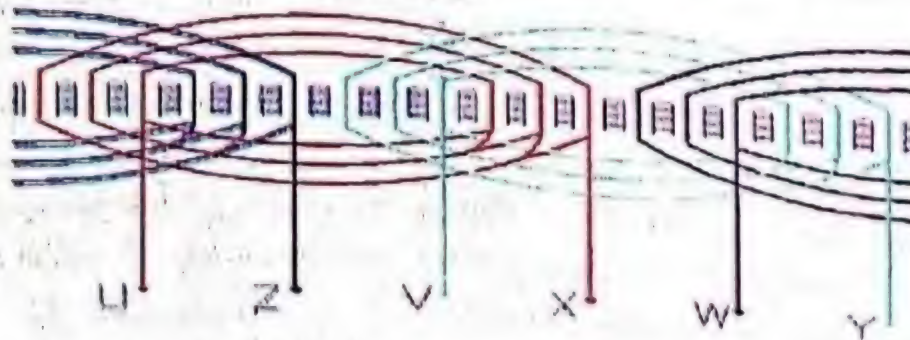
الوجه الاول



الوجه الثانى



الوجه الثالث



انفراد لف محرك ثلاثة اوجه 18 مجرى 2 قطب سرعته 3000 لفة / د
خطوة اللف 1 - 8 - 10 - 12

التدريب على عمل الصيانة اللازمة لمحركات التيار المتغير ثلاثة أوجه

أعمال الصيانة للمحركات الكهربائية :

تنظيف الآلة - اختبار مسامير التثبيت - اختبار الكبلنج - اختبار صوت الآلة - اختبار مستوى تشحيم رولمان البلى - سماع صوت رولمان البلى - اختبار لوحة التوصيل والعزل - اختبار درجة حرارة الآلة

قواعد الوقاية للحماية عند عمل الصيانة :

التأكد من عمل جميع إجراءات الوقاية والأمان من الجهد الكهربائي قبل البدء في العمل (أى التأكد من أن منبع الكهرباء مفصول)
التأكد من عدم إعادة توصيل الكهرباء إلا بمعرفة القائم بالعمل .
التأكد من أمان التيار الكهربائي (أى خلو الموصلات من الشحنة الكهربائية)
التأكد من وصلة التأريض ، وعدم وجود أى قصر بها .

الخطوات المتبعة لفك المحركات الكهربائية :

- 1- نقل الآلة إلى ورشة الكهرباء ، مع وضع لوحة إرشادية لوجود إصلاح تعلق على مكان الآلة
- 2- كتابة المعلومات الفنية والبيانات الموجودة على لوحة الآلة (Name Plate) في مذكرة المعلومات لسهولة الاستعانة بها والرجوع إليها في الصيانة .
- 3- التأكد من وجود العدد اللازم لفك الآلة بالطريقة الفنية المتخصصة .
- 4- فك الكابل الموصل للمحرك ولف شريط لحام على الأطراف العارية لعزلها وتجنب حدوث أى خطر
- 5- فك الآلة وذلك بحل مسامير التثبيت ، وفك الكبلنج (Coupling)
- 6- تنظيف جسم المحرك من الخارج وتنظيف المسامير من الصدا والأتربة بواسطة فرشاة سلك وفوطة
- 7- فك غطاء الروزته ، وفك الكباري من الأطراف ، ويجب تلامس أطراف الآلة ببعضها وبجسم الآلة لتخليصها من أية شحنات كهربائية استاتيكية .
- 8- يتم فك غطاء علبة التوصيل على الإطار الخارجي .
- 9- تحديد وضع غطائي الآلة ، بوضع علامة (بقلم تعليم أو زنبعة علام) على الغطاء وجسم الآلة ، كل غطاء بعلامة مختلفة حتى يسهل بعد ذلك تركيب الآلة
- 10- فك غطاء مروحة تبريد المحرك ثم المروحة في حالة تزويد المحرك بها ، ثم يتم فك مسامير ربط الغطاء من الجانبين مع مراعاة استخدام المفاتيح البلدية أو مفاتيح الصندوق أو المفكات المناسبة حسب شكل وأبعاد رأس المسمار ، كما يجب عدم استخدام الزرادية مطلقا في عملية فك المسامير حتى لا تتعرض

رؤوس المسامير للتلف ويصعب فكها وربطها مرة أخرى ، وتوضع المسامير التي تم فكها في علبة لحفظها من الضياع ، ويستخدم الدقماق الخشبي للدق على غطائي المحرك حتى يتم فصلهما عن إطار العضو الثابت ولا يستخدم الجاكوش في هذه العملية ، ثم يتم غسل الغطاءان بالبنزين جيدا لنظافتهما من الشحم القديم .

11- سحب العضو الدوار (Rotor) بعناية وحرص لعدم إصابة الملفات واستقباله بكتنا اليدين مع المحافظة على الملفات.

12- التعرف على أجزاء المحرك .

13- عمل الاختبارات اللازمة لتحديد الأعطال الكهربائية : - لكل عطل من الأعطال التي تتعرض لها المحركات مظهر معين مثل عدم استطاعة المحرك على بدء دورانه برغم وصول التيار الكهربى إليه أو أن يدور المحرك بسرعة بطيئة ويصدر عنه صوت أو ضجيج.....إلخ

والفنى المتمرس ذو الخبرة عندما يرى مظهر العطل يفكر مباشرة فى عدد من الاحتمالات قد يكون واحد منها أو أكثر أدت إلى ظهور العطل ويبدأ فى عمل الاختبارات باستخدام الأجهزة والأدوات المناسبة لتحديد سبب العطل وإصلاحه .

الباب الثاني

محركات الوجه الواحد

(تدريبات عملية)

- 1 - التدريب على فك وتجميع وعمل الصيانة اللازمة لمحركات الوجه الواحد
(المحرك ذو الوجه المشطور - المحرك ذو المكثف - المحرك ذو القطب المظلل - المحرك العام)
- 2 - التدريب على إعادة لف العضو الثابت لبعض أنواع محركات الوجه الواحد وعمل القياسات اللازمة للتأكد من سلامة اللف

الخطوات المتبعة لإعادة لف المحركات الكهربائية ذات الوجه الواحد

تتم كما جاء في المقدمة في إعادة لف محركات الثلاثة أوجه القفص السنجاني

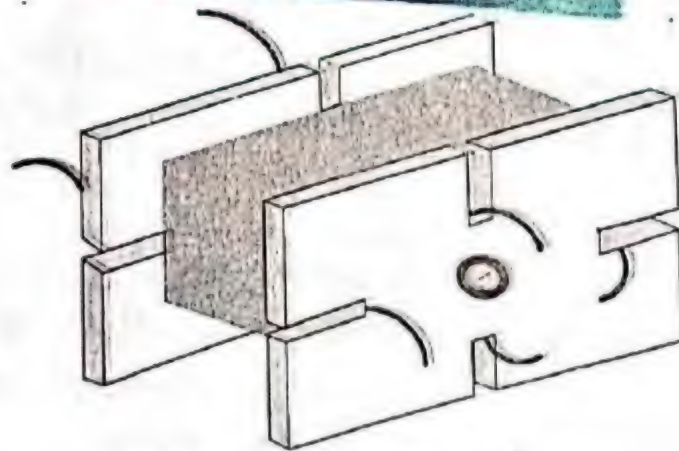
- 1 - تدوين البيانات .
- 2 - حل الملفات .
- 3 - تنظيف المجارى .
- 4 - عزل المجارى .
- 5 - لف الملفات :

أ - اللف على الفورمة

ب - اللف اليدوى

وتوجد عدة طرق لللف الملفات نذكر منها :

اللف على ضبعة : فى هذه الحالة يتم إعداد الفورمة بالمقاس الذى تم الحصول عليه ويلف عليها عدد اللفات المطلوبة مبتدئين بالملف الأصغر ثم الذى يليه وهكذا على أن يربط كل ملف بالدوبارة أو السلك المستعمل الرفيع حتى يمكن حفظ لفات الملفات عند فكها من الفورمة . مع الأخذ فى الاعتبار عدم لف بقية المجموعات إلا بعد التأكد من سلامة مقاس المجموعة بعد تسقيطها داخل المحرك . بعض القورم المتداخلة مختلفة الاتساع



فورمة تستخدم لللف ملف واحد

- 6 - اسقاط الملفات بالمجارى .
 - 7 - تربيط الملفات وتوصيلها وعزلها
- يجب عزل ملفات التقويم عن ملفات التشغيل بورق البرسبان من الجهتين قبل التحزيم وذلك لحماية ملفات التشغيل من التلف إذا احترقت ملفات التقويم أثناء تشغيل المحرك .

8 - اختبار الملفات :

- أ - اختبار التأكد من عدم وجود قصر بين ملفات الملف .
- ب - اختبار التأكد من صحة القطبية (عدم وجود ملف أو قطب معكوس) .

اختبار الملفات :

بعد إتمام عملية اللف وعمل التوصيلات يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود قصر أو دوائر مفتوحة أو تماس أرضى أو توصيلات غير صحيحة .

اختبار القصر :

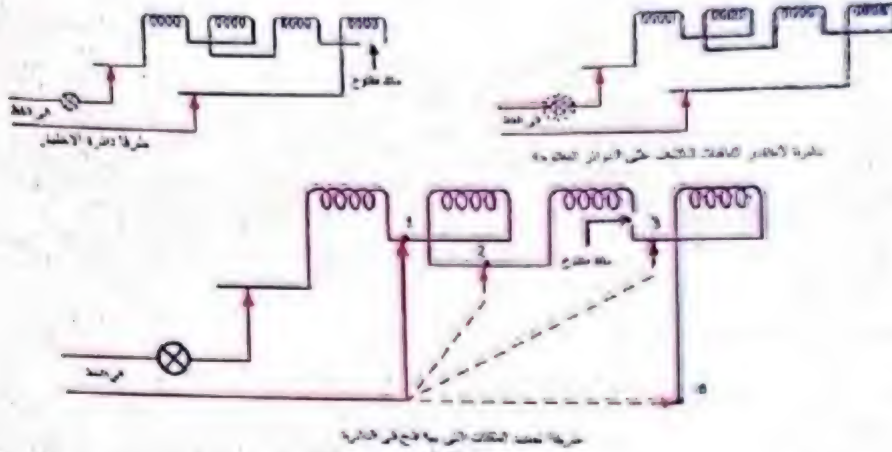
- إذا اتصلت لفتان أو أكثر بعضهما ببعض اتصالاً كهربياً نتج عن ذلك دائرة قصر، ويمكن أن يحدث ذلك عن طريق زيادة الحرارة الناشئة عن تعدى الحمل فى تلف المادة العازلة (الورنيش) للأسلاك فتحدث دائرة قصر . وعندما يتصاعد الدخان من الملفات أثناء تشغيل المحرك . أو عندما يسحب المحرك تياراً زائداً وهو دائر بدون حمل فإن هذا يعنى عادة وجود دائرة قصر .

ويمكن الكشف على الملفات المقصورة بإحدى الطرق الآتية :

- يتم تشغيل المحرك لفترة قصيرة ثم يتم البحث عن أسخن ملف فيكون هو الملف الذى به قصر عادة .
- يتم توصيل تيار مستمر ذى جهد منخفض بالملفات وتؤخذ قراءة الجهد بواسطة جهاز فولتمتر بين طرفى كل مجموعة ، والملف الذى يكون عنده الجهد الأقل يكون هو الملف الذى به قصر
- يتم توصيل تيار مستمر ذى جهد منخفض بالملفات ويتم إمرار قطعة من الحديد مقابل القلب الحديدى والقطب الذى يبذل أضعف جذب على قطعة الحديد هو القطب الذى به قصر .

الدوائر المفتوحة :

السبب المعتاد لحدوث دائرة مفتوحة في المحرك هو وجود توصيلة محلولة أو متسخة أو وجود سلك مقطوع ، وقد يحدث هذا في ملفات البدء أو ملفات الحركة .

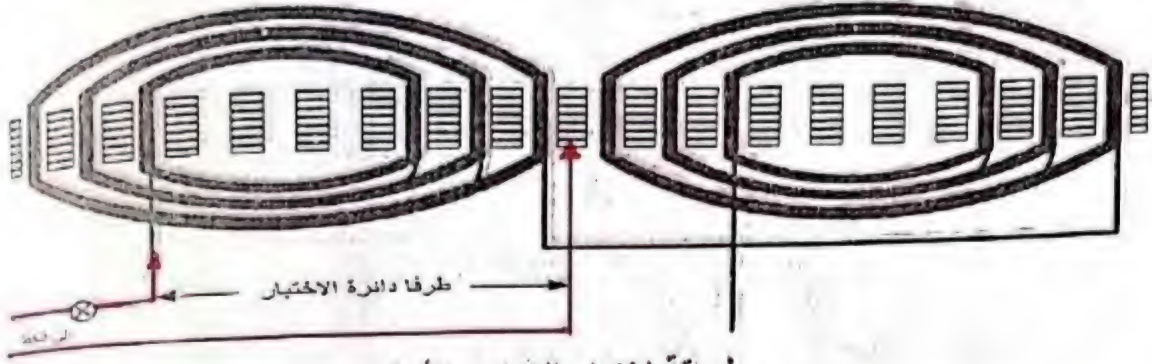


ولمعرفة ما إذا كانت الملفات مفتوحة يوصل طرفاً دائرة مصباح الاختبار بطرفي الملفات فإذا أضاء المصباح دل ذلك على أن الدائرة متصلة ، وإذا لم يضيء المصباح كان هذا يعني وجود فتح في الدائرة .

التماس الأرضي وجودة العزل

- توصف الملفات بأنها متماسة مع الأرض عندما يحدث تلامس كهربى بينها وبين حديد المحرك . ويمكن حدوث التماس الأرضي عن طريق عدة عوامل ، فيما يلي أكثرها شيوعاً :
- يمكن أن تتلامس الملفات بالغطاء الجانبى نتيجة لأن الملفات تبرز أكثر من اللازم من المجارى .
- تلامس الأسلاك مع الرقائق عند أركان المجارى ، ويحتمل حدوث ذلك إذا تحرك العازل فى المجرى أو تمزق أو حدث به شذوخ فى أثناء عملية اللف .
- ولمعرفة ما إذا كانت الملفات متماسة مع الأرض يستخدم لذلك جهاز الميجر ويوصل أحد طرفي الجهاز بأحد طرفي ملفات التشغيل والطرف الثانى يوصل مع جسم المحرك ثم تدار يد الجهاز فإذا تحرك المؤشر وقرأ ما لانهاية دل ذلك على عدم وجود تماس أرضى .. وإذا قرأ صفراً دل ذلك على وجود تلامس أرضى بين الملفات وجسم المحرك ويتم إزالة السبب وتكرر هذه العملية مع ملفات التقويم . كما يتم إختبار عدم وجود تلامس بين ملفات التقويم وملفات التشغيل ويمكن استعمال مصباح فى حالة عدم تواجد جهاز الميجر .

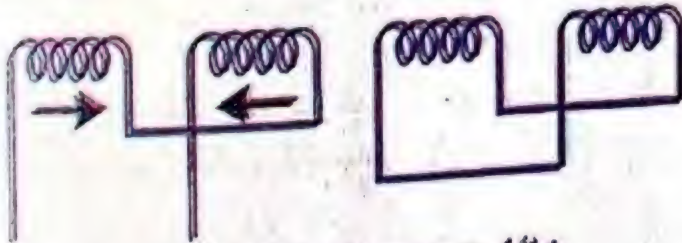
مع ملاحظة أنه : يجب التعامل مع جهاز الميجر بحرص لتلاشى خطورته عند استخدامه .
عند إدارة يد الجهاز فإن قيمة الجهد الناتج يساوي 500 فولت جهد مستمر ، وأن الكابل والملف
سوف تشحن وتصبح وكأنها مكثف ، وتسبب خطرا على الإنسان عند ملامسته طرفي التوصيل .
لذلك يجب ملامسة طرفي الميجر ببعضهما بعد إنتهاء القياسات للتخلص من الشحنة المتراكمة
حتى لا تشكل خطرا لمن يلمسه



طريقة اختبار التماس الأرضي

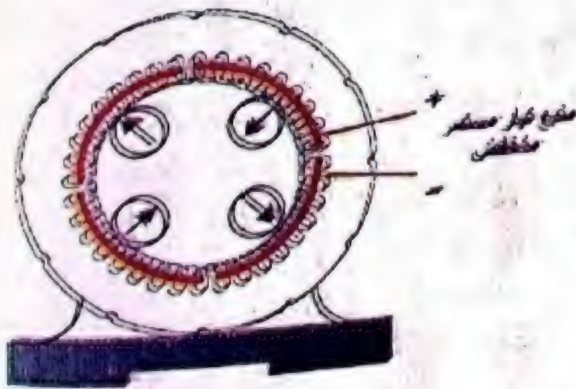
الكشف على التوصيلات الغير صحيحة

لمعرفة صحة التوصيل يمرر تيار مستمر ذو جهد منخفض إلى طرفي ملفات التشغيل وتُمرر
بوصلة فوق الأقطاب داخل العضو الثابت وتنتقل ببطء من قطب إلى آخر فينعكس اتجاه البوصلة
من تلقاء نفسها عند كل قطب وذلك إذا كان التوصيل صحيحا . أما إذا جذب نفس الطرف إلى
قطبين متجاورين ، فإن هذا يعني وجود قطب معكوس . وتكرر هذه العملية لمعرفة صحة
التوصيل لملفات التقويم

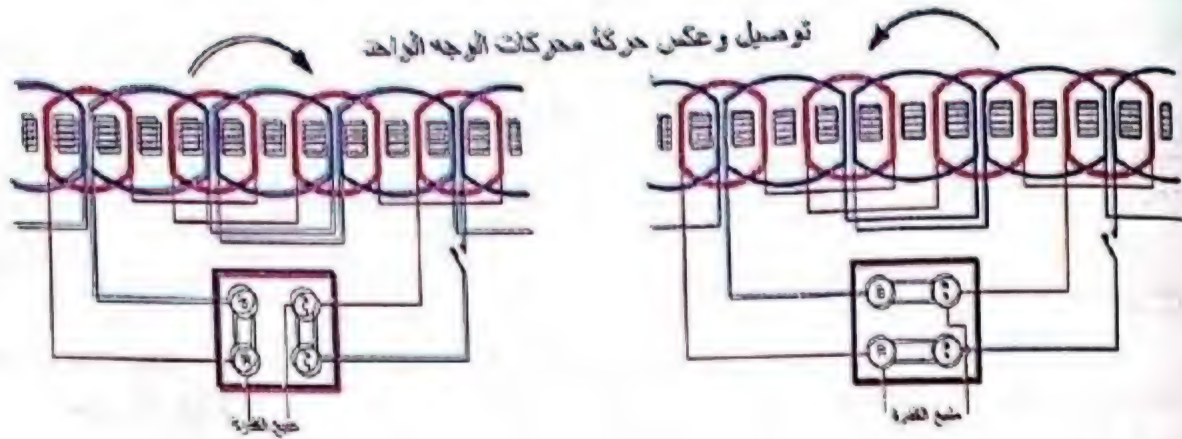


خطأ في التوصيل بتركيبه الميكانيكي دائما

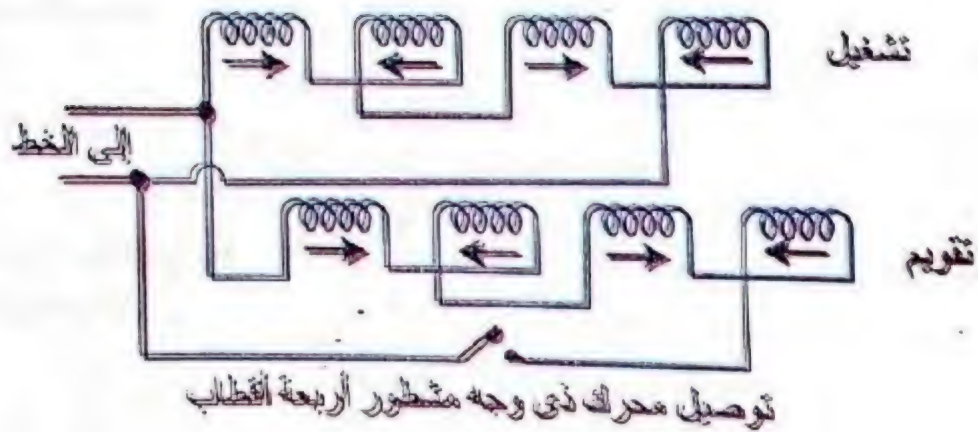
طريقة الاختبار بالبوصلة



عكس إتجاه الدوران



9 - التوصيل والتجربة



حسابات اللف لمحركات الوجه الواحد

أولاً :

$$\text{إيجاد عدد مجارى القطب الواحد} = \frac{\text{عدد المجارى الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{مجرى}$$

ثانياً :

$$\text{إيجاد عدد مجارى التشغيل} = \text{عدد مجارى القطب الواحد} \times \frac{2}{3} = \text{مجرى تحت كل قطب}$$

ثالثاً :

$$\text{إيجاد عدد مجارى التقويم} = \text{عدد مجارى القطب الواحد} \times \frac{1}{2} = \text{مجرى تحت كل قطب}$$

رابعاً :

$$\text{إيجاد قيمة الزاوية الكهربائية} = \frac{180 (\text{الزاوية بين كل قطب والآخر})}{\text{عدد مجارى كل قطب}} = \text{بين كل مجرتين} = \text{درجة}$$

خامساً :

$$\text{إيجاد المسافة بين بداية ملفات وبداية ملفات التقويم} = \frac{90 (\text{الزاوية بين ملفات التشغيل وملفات التقويم})}{\text{الزاوية بين كل مجرتين متجاورتين}} = \text{مجرى التشغيل}$$

سادساً : إيجاد خطوة اللف بالنسبة للتشغيل (خطوة متداخلة)

خطوة الملف الصغير = عدد مجارى التشغيل تحت القطب + 2

خطوة الملف الذى يليه = الخطوة السابقة + 2 وهكذا إذا زادت عدد ملفات المجموعة عن ذلك

سابعاً : خطوة اللف بالنسبة للتقوم (خطوة متداخلة)
خطوة الملف الصغير = عدد مجارى قطب التقويم + 2
خطوة الملف الذى يليه = الخطوة السابقة + 2 وهكذا إذا زادت عدد ملفات المجموعة عن ذلك

ثامناً :

الخطوة المتساوية = يتم جمع الخطوات المتداخلة لملفات المجموعة وتقسم على عددها

تاسعاً : توصيل المجموعات

1- التوصيل على التوالى (نهاية بنهاية — وبداية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة عندما تكون عدد المجموعات مساوية لعدد الأقطاب

2- التوصيل على التوالى (نهاية ببداية)
توصل المجموعات بهذه الطريقة إذا كانت عدد المجموعات مساوية لنصف عدد الأقطاب

3- التوصيل على التوازي
يستخدم هذا التوصيل لأغراض مختلفة منها :
توصيل المجموعات بالتوازي للتشغيل على ضغطتين مختلفتين
توصيل المجموعات بالتوازي للتشغيل على سرعتين متناصفتين

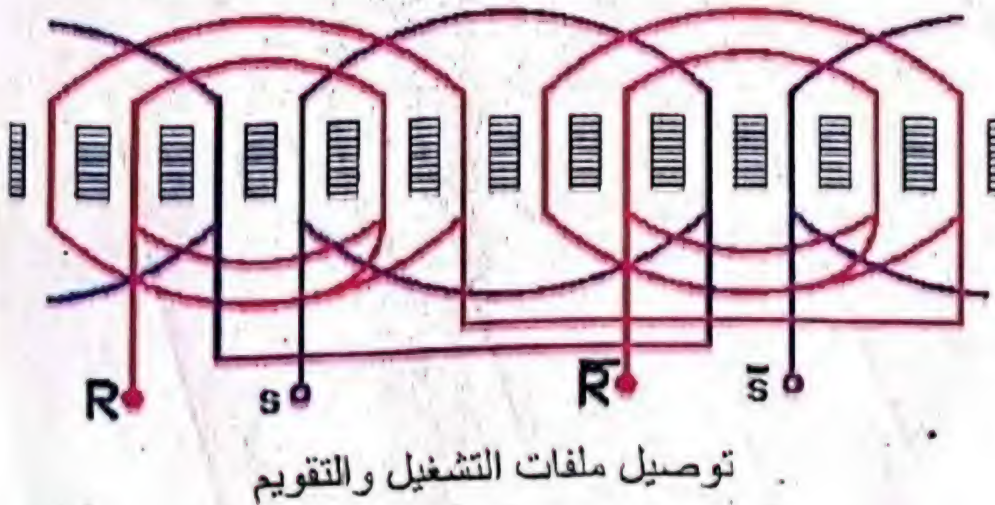
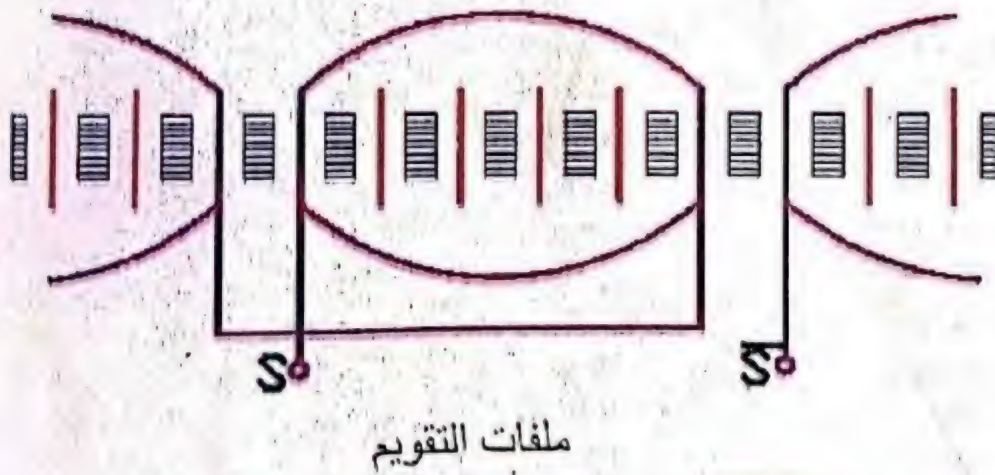
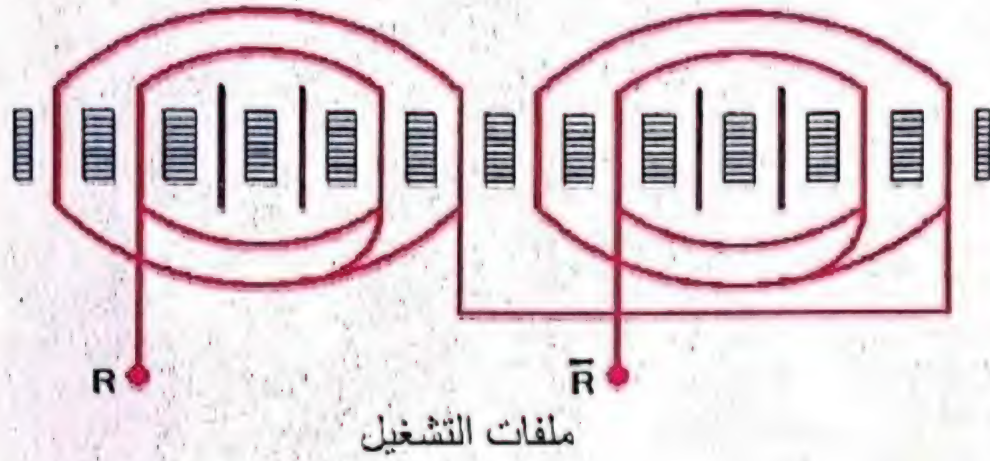
بيانات اعادة لف محركات الوجه الواحد v 220

القدرة	النوع	المجاري	الاقطاب	خطوة التشغيل والتقويم	قطر السلك	عدد لفات ملف التشغيل والتقويم
0.33 حصان	فوجي	24	4	8/6/4/1	0.7	77/63/42
				8/6/4/1	0.35	40/29/21
0.33 حصان	تركي	24	4	7/5/3/1	0.7	58/39/22
				10/8/6/1	0.4	97/83/45
0.33 حصان	صيني	24	4	7/5/3/1	0.7	48/48/40
				7/5/3/1	0.35	24/48/28
0.33 حصان	بلغاري	24	4	10/8/6/4/1	0.7	25/40/40/25
				9/7/1	0.35	60/40
0.33 حصان	بروك	24	4	6/4/1	0.7	110/77
				6/4/1	0.35	60/40
0.33 حصان	بلجيكي	24	4	6/4/1	0.5	102/92
				6/1	0.3	222
0.33 حصان	توشيبا	24	4	8/6/4/1	0.7	66/52/15
				8/6/4/1	0.35	40/19/19
0.33 حصان	جنرال	24	4	8/6/4/1	0.75	80/68/47
				8/6/4/1	0.35	38/28/22
0.33 حصان	صيني	24	4	7/5/3/1	0.7	44/77/44
				7/5/3/1	0.4	35/45/35
0.33 حصان	صيني	24	4	7/5/3/1	0.8	45/75/45
				7/5/3/1	0.4	25/50/25
0.33 حصان	هيتاشي	24	4	8/6/4/1	0.7	72/62/38
				8/6/4/1	0.35	45/27/21
0.33 حصان	فوجي	32	4	8/6/4/1	0.7	69/64/35
				8/6/1	0.35	60/40
0.33 حصان	توشيبا	32	4	8/6/4/1	0.7	70/60/34
				8/6/4/1	0.4	40/22/20
0.33 حصان	انجليزي	32	4	8/6/4/1	0.7	66/57/38
				8/6/4/1	0.45	50/35/30

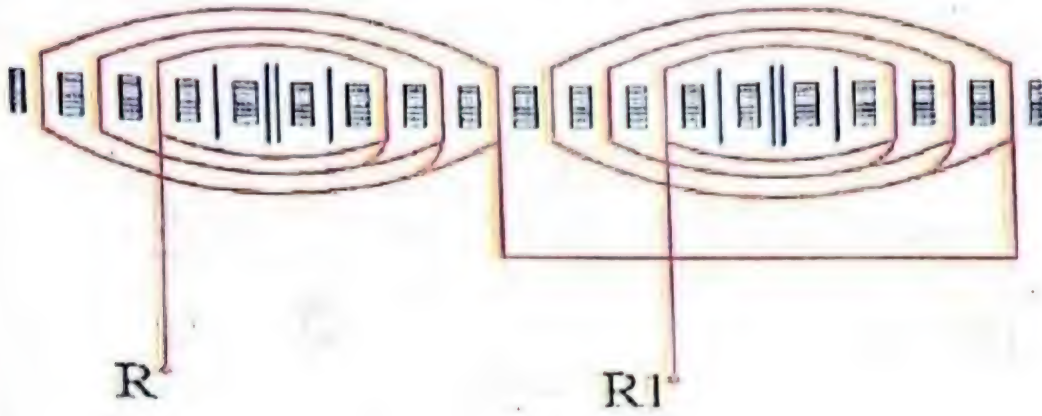
تابع بيانات اعادة لف محركات الوجه الواحد 220 v

الفترة	النوع	مجارى	الاقطاب	خطوة التشغيل والتقويم	قدس المسك	عدد لفات التشغيل والتقويم
0.33 حصان	بروك	32	4	8/6/4/1	0.7	100/31/39
				8/6/4/1	0.35	47/43/26
0.33 حصان	نمكو	36	4	9/7/5/3/1	0.7	50/46/40/30
				8/6/4/1	0.4	40/39/26/13
0.33 حصان	بنفارى	36	4	10/8/6/4/1	0.65	24/47/35/30
				9/7/5/1	0.4	50/38/22
0.33 حصان	بروك	36	4	9/7/5/1	0.65	82/73/55
				10/8/6/1	0.4	24/42/35
0.33 حصان	انجيزى	36	4	9/7/5/1	0.7	70/62/47
				10/8/6/1	0.4	22/46/40
0.33 حصان	بولندى	48	8	6/4/1	0.6	110/60
				6/4/1	0.4	140/50
0.5 حصان	المسى	24	4	6/4/1	0.55 مزوج	52/52
				6/1	0.45	100
1 حصان مكثف MF 20	الطاسى SAER	24	2	12/10/8/6/1	0.7	36/36/36/36
				12/10/1	0.5	75/75
1 حصان مكثف MF 20	كالبيدا	24	2	12/10/8/6/1	0.7	36/36/36/36
				12/10/1	0.5	73/73
1.5 حصان مكثف MF 32	كالبيدا	24	2	12/10/8/6/1	0.65 مزوج	32/32/32/32
				12/10/1	0.55	75/75
1.3 حصان مكثف MF 45	ديتسارنى ASEA	24	2	12/10/8/6/1	0.6	124/100/90/80
				12/10/1	0.5	100/82
2 حصان مكثف MF	الطاسى SAER	24	2	12/10/8/6/1	0.75 مزوج	30/30/30/30
				12/10/1	0.75	68/68
2 حصان مكثف MF 30/140	بنفارى	36	4	9/7/5/1	0.8 مزوج	21/21/21
				10/8/1	0.7	55/55

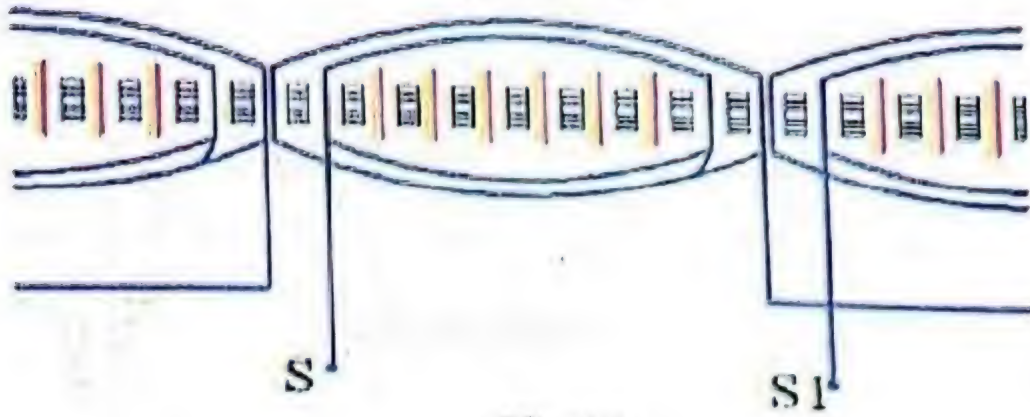
- محرك تيار متغير وجه واحد - العضو الثابت به يحتوى على 12 مجرى - عدد الأقطاب 2 قطب خطوة لف متداخلة 1 - 4 - 6 للتشغيل و 1 - 6 للتقويم . عدد مجارى قطب التشغيل 4 مجرى ، عدد مجارى قطب التقويم 2 مجرى .



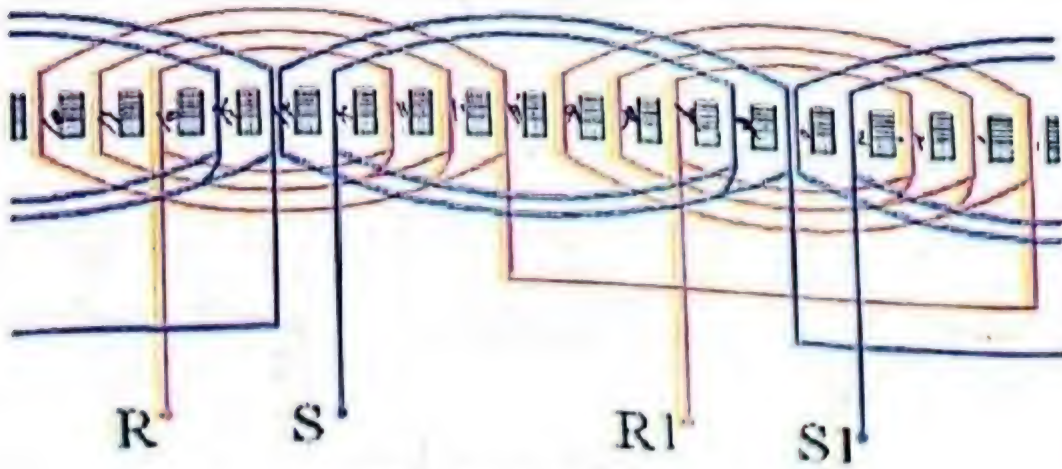
- محرك وجه واحد 18 مجرى 2 قطب خطوة اللف 1-5 - 7 - 9 تشغيل و 1-8-10 تقويم باشارك مجرى و عدد مجارى قطب التشغيل 6 مجرى و عدد مجارى قطب التقويم 3 مجرى



ملفات التشغيل



ملفات التقويم

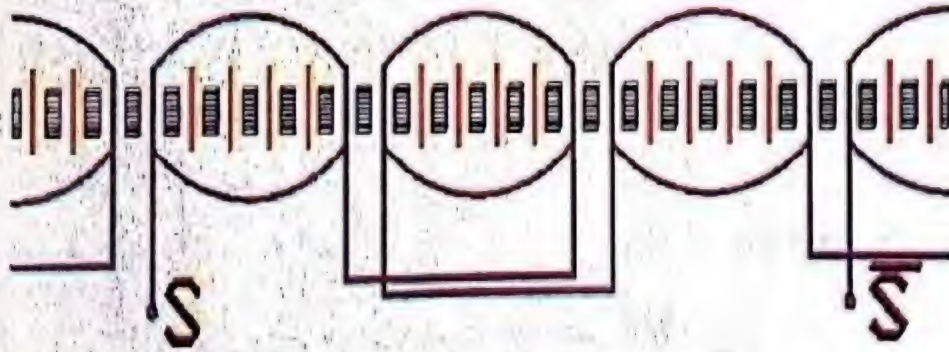


توصيل ملفات التشغيل والتقويم

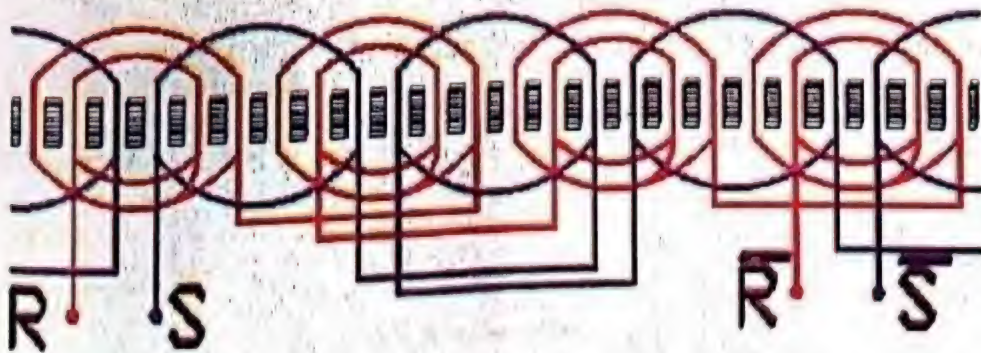
- محرك وجه واحد 24 مجرى 4 قطب خطوة اللف 1 - 4 - 6 تشغيل و 1 - 6 تقويم عدد مجارى قطب التشغيل 4 مجرى عدد مجارى قطب التقويم 2 مجرى.



ملفات التشغيل

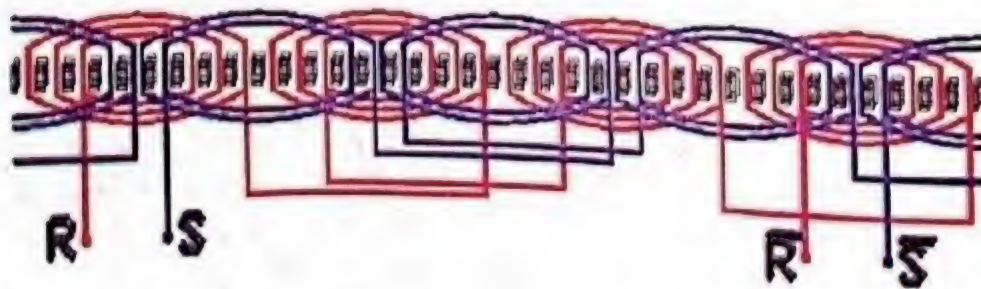
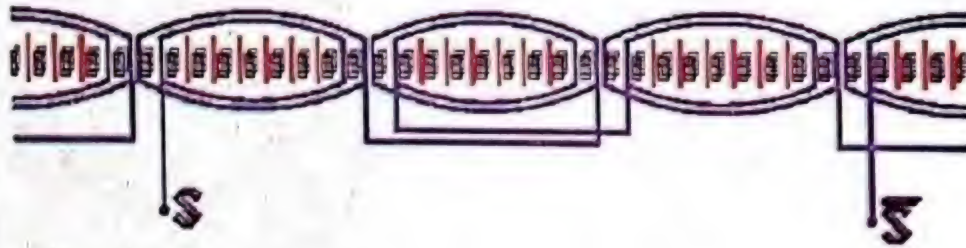


ملفات التقويم

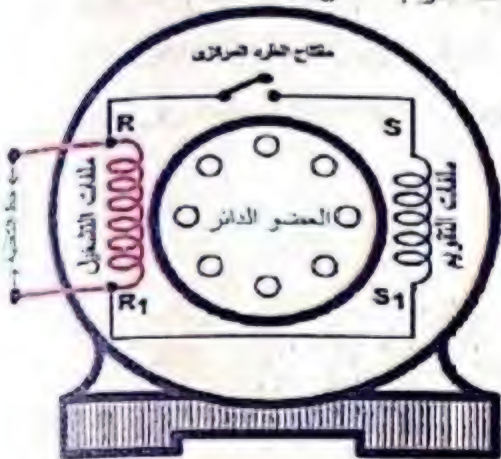


توصيل ملفات التشغيل والتقويم

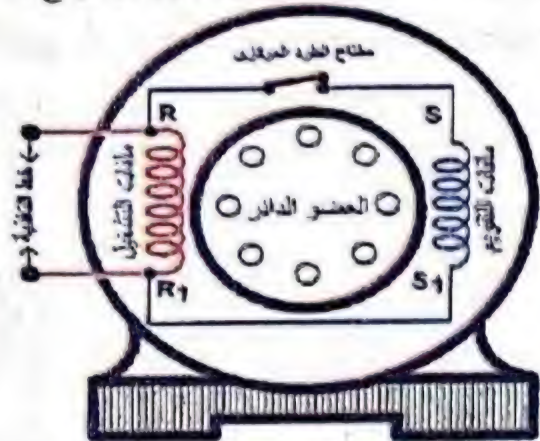
- محرك وجه واحد 36 مجرى 4 قطب خطوة اللف 1 - 5 - 7 - 9 تشغيل
1 - 8 - 10 تقويم على أساس الملف الكبير تقويم انصاف والصغير كامل عدد
مجارى قطب التشغيل 6 مجرى عدد مجارى قطب التقويم 3 مجرى.



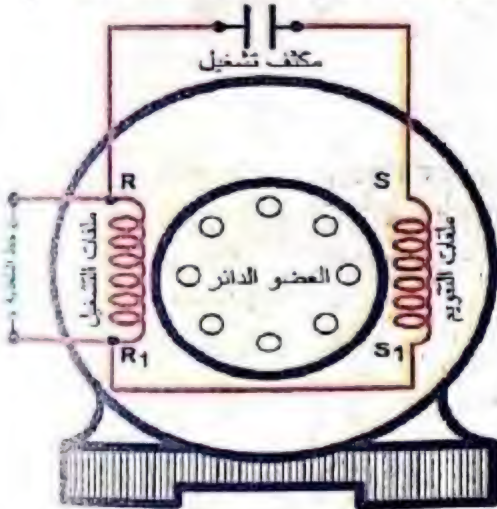
توصيل الانواع المختلفة لمحركات الوجه الواحد



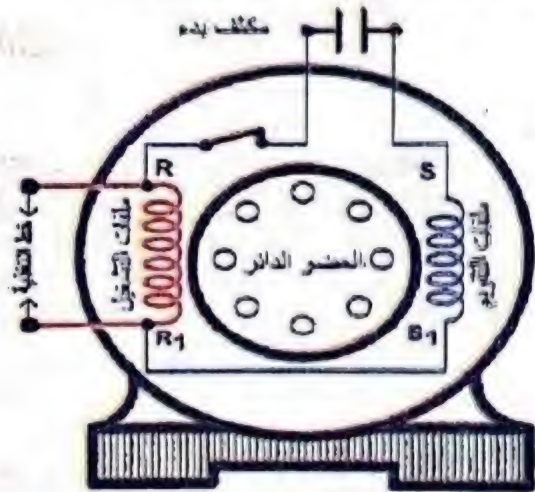
محرك وجه واحد غير موصل بعد دوران المحرك



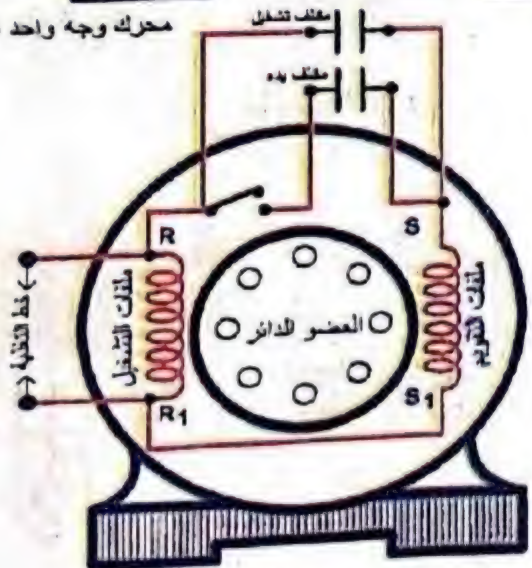
محرك وجه واحد موصل لحظة بدء دوران المحرك



محرك وجه واحد مزود بمكثف تشغيل



محرك وجه واحد مزود بمكثف بدء



محرك وجه واحد مزود بمكثف بدء ومكثف تشغيل

وفيما يلي بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحركات ذات الوجه الواحد

أولا : بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحرك العام :

الغطل	السبب	الإصلاح
المحرك لا يدور	<ol style="list-style-type: none"> 1. احتراق المصهر 2. اتساخ الفرش أو حشرها 3. فتح في الملفات 4. قصر في الملفات 5. تآكل في الكراسي 6. تلامس حامل الفرش مع جسم المحرك. 7. زيادة الحمل 8. قصر في المبدل 	<ol style="list-style-type: none"> 1. بدل المصهر 2. تنظف جيدا والتأكد من حرية حركتها. 3. بدل الملف القالف 4. بدل الملف القالف 5. بدل الكراسي 6. يفصل التلامس وإذا تعذر ببديل الحامل 7. قلل الحمل أو بدل المحرك بأخر مناسب للحمل 8. يفصل القصر بتفليج المبدل
حدوث شرارة أثناء الدوران	<ol style="list-style-type: none"> 1. عدم تلامس مضبوط بين المبدل والفرش 2. اتساخ المبدل 3. فتح في الملفات 4. خطأ في قطبية أقطاب التوحيد 5. قصر في الملفات 6. قصر مع جسم المحرك 7. عكس توصيل طرفي الاستنتاج 8. عدم وجود الفرش في الوضع السليم 9. وجود قضبان عالية أو منخفضة 10. خطأ في ترحيل الأطراف 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ضبط التلامس 2. ينظف جيدا بحرص 3. بدل الملفات 4. مراجعة التوصيل وإعادة للتوصيل الصحيح 5. بدل الملفات 6. يفصل القصر وإذا تعذر تبديل الملفات 7. ضبط التوصيل 8. ضبط وضع الفرش 9. ضبط الوضع الوضع السليم 10. التوصيل الصحيح
الآلة تدور وتصدر ضجيج عالي	<ol style="list-style-type: none"> 1. تآكل الكراسي 2. وجود قضبان عالية ومنخفضة 3. خشونة سطح المبدل 	<ol style="list-style-type: none"> 1. بدل الكراسي 2. ضبط الوضع السليم 3. ينظف بحرص ، ويجلخ ثم يعاد تفليجه
الآلة تدور ببطء	<ol style="list-style-type: none"> 1. قصر ملفات الاستنتاج 2. قصر في المبدل 3. تآكل الكراسي 4. فتح في ملفات الاستنتاج 5. الفرش ليست في الوضع السليم 6. زيادة الحمل 7. خطأ في قيمة جهد المنبع 	<ol style="list-style-type: none"> 1. بدل الملفات 2. يزال النسر بالتفليج 3. بدل الكراسي 4. بدل الملفات 5. ضبط وضع الفرش 6. قلل الحمل أو أعد ضبط شد السيور إن وجدت 7. التحري عن سبب خطأ الجهد وإصلاحه
زيادة سخونة الآلة أثناء الدوران	<ol style="list-style-type: none"> 1. زيادة الحمل 2. الكراسي محكمة 3. قصر في الملفات 4. زيادة ضغط الفرش أكثر من اللازم 	<ol style="list-style-type: none"> 1. قلل الحمل أو ضبط شد السيور إن وجدت 2. إختيار كراسي مناسبة 3. بدل الملفات 4. ضبط وضع الفرش

ثانيا : بعض الأعطال وأسبابها وطرق إصلاحها للمحرك ذو الوجه المشطور

العلل	السبب	الإصلاح
المحرك يعجز عن الحركة عند بدء التشغيل	1- ملفات التشغيل مفتوحة 2- ملفات البدء مفتوحة 3- تماس أرضى بالملفات 4- الملفات محترقة أو أن بها قصر 5- زيادة كبيرة فوق الحمل 6- الكراسي متآكلة 7- الغطاءان الجانبيان غير مثبتان بطريقة جيدة	1 ، 2 - يتم الكشف بواسطة جهاز الأوميتر بالنسبة للملفات المفتوحة وإعادة توصيلها . 3 - يتم إعادة العزل أو إعادة اللف 4 - إعادة اللف 5 - تقليل الحمل 6- تغيير الكراسي 7 - يعاد تثبيت الغطاءان
المحرك يدور أبطأ من السرعة المعتادة	1- قصر في دائرة ملفات التشغيل 2- بقاء ملفات البدء في الدائرة بسبب بقاء مفتاح الطرد المركزي بالدائرة 3- أقطاب ملفات التشغيل معكوسة 4- الكراسي متآكلة 5- تفكك في قضبان العضو الدائر 6- تلف المكثف (إذا كان المحرك مزود به)	1- يعاد لف الملف المقصور إن أمكن أو الملفات كلها 2- يتم إصلاح مفتاح الطرد المركزي أو استبداله بآخر 3- إعادة فحص التوصلات 4- تغيير الكراسي 5- يتم تحديدها وإعادة لحامها بالحلقات الجانبية 6- يتم تغييره
ازدياد سخونة المحرك وهو دائر	1- قصر في دائرة ملفات التشغيل أو ملفات البدء 2- تماس أرضى بالملفات 3- قصر بين ملفات البدء وملفات التشغيل 4- كراسي متآكلة 5- تعدى الحمل	1 - إعادة اللف 2 - يتم إعادة العزل أو إعادة اللف 3 - يتم تحديد مكان القصر ويتم وضع قطعة ورق برسم بين الملفات 4 - تغيير الكراسي 5 - يتم تخفيض الحمل
المحرك يدور مصحوبا بضجة	1- قصر في الملفات 2- التوصل الخاطئ بين الأقطاب 3- تفكك في قضبان العضو الدائر 4- كراسي متآكلة 5- مفتاح الطرد المركزي مفكوك أو متآكل 6- زيادة كبيرة في الحركة المحورية	1 - إعادة اللف 2 - إعادة التوصل ويصحح الخطأ 3 - يتم تحديدها وإعادة لحامها بالحلقات الجانبية 4 - تغيير الكراسي 5 - يتم إعادة ربطه أو تغييره 6 - توضع (ورد) من الفبر على عمود العضو الدائر
تصاعد البخان من المحرك حين دورانه	1- ملفات مقصورة 2- عيب في مفتاح الطرد المركزي يمنعه من فتح دائرة ملفات البدء 3- خلل بالكراسي 4- تعدى الحمل	1 - إعادة اللف 2 - يتم إصلاحه أو تغييره 3 - تغيير الكراسي 4 - يتم تخفيض الحمل

الباب الثالث

معدات التحكم والوقاية في دوائر محركات التيار المتغير (تدريبات عملية)

تتفقد تمارين الغرض منها إكساب الطالب المهارات الأساسية
في توصيل دوائر التحكم والقوى والحماية في دوائر المحركات
الكهربية وجه واحد وثلاثة أوجه :

- 1- باستخدام المفاتيح اليدوية (تشغيل وإيقاف - عكس حركة -
النجمة / دلتا - سرعتين)
- 2- باستخدام مفاتيح التلامس (الكونتاكتور) - (الأوفرلود) -
المؤقت الزمني (التايمر) - الضاغط اللحظي (بوش بوتن)
(دائرة تشغيل لحظي - التشغيل المتواصل - تشغيل وإيقاف من عدة
أماكن - عكس اتجاه الدوران - دوائر تشغيل المحركات ذات
السرعتين المتتاصفتين (دلاندر) وغير المتتاصفتين بالإيعاقفة المتبادلة
- بدء وتشغيل محرك بطريقة النجمة دلتا (بدون تايمر وبالتايمر) مع
توصيل الأوفرلود مع جميع الدوائر - توصيل لمبات إشارة مع دوائر
التحكم لبيان حالت التشغيل المختلفة .

1- تنفيذ تمارين باستخدام المفاتيح اليدوية

التمرين الأول :
توصيل مفتاح تشغيل عادي ثلاثي الأوجه (بدء - إيقاف)

التمرين الثاني :
توصيل مفتاح عكس حركة يدوي ثلاثي الأوجه

التمرين الثالث :
توصيل مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب

التمرين الرابع :
توصيل مفتاح سرعات متناصفة يدوي دالاندر

خطوات تنفيذ التمارين من 1 إلى 4 :

- 1- يتم تحديد أطراف الدخول والخروج للمفتاح بكل دقة قبل البدء في توصيل المفتاح.
- 2- يتم تفسير أطراف الأسلاك بواسطة قشارة السلك بحيث تكون مسافة التفسير مناسبة لعمق المسامير الذي سيتم ربط السلك به بحيث لا يكون هناك زيادة في أطراف السلك حتى لا يحدث أي قصر في الدائرة.
- 3- يتم عمل عروة للأسلاك وذلك للمسامير التي تحتاج إلى عروة أثناء الربط ويكون اتجاه العروة في اتجاه الربط حتى لا تتفكك أثناء الربط.
- 4- يتم تحديد المسامير التي سيتم توصيل أطراف الخرج من المفتاح إليها على روزنة المحرك الثلاثي الأوجه بكل دقة قبل توصيل أطراف الدخول إليها.
- 5- في حالة توصيل مفتاح النجمة / دلتا يجب التأكد من عدم وجود أي كيارى توصيل على روزنة المحرك وكذلك يجب أن يكون جهد التشغيل للمحرك هو جهد الدلتا حتى لا يحترق المحرك وكذلك يراعى بدء تشغيل المحرك على وضع النجمة أولاً ثم تحريك يد المفتاح على وضع الدلتا بعد وصول المحرك إلى حوالي 75% من سرعته المقننة.

الأدوات والمعدات اللازمة لتنفيذ التمارين من 1 إلى 4 :

- 1- مفتاح تنشينو عادي ثلاثي الأوجه
- 2- مفتاح تنشينو ثلاثي الأوجه أوتوماتيك
- 3- مفتاح عكس حركة
- 4- مفتاح نجمة / دلتا يدوي
- 5- مفتاح تشغيل دلتا / سرعات متناصفة يدوي
- 6- زرادية مبططة بيد معزولة
- 7- قشارة سلك
- 8- مفك بيد عازلة مناسب
- 9- أسلاك توصيل
- 10- شريط لحام
- 11- مصدر جهد 380 فولت
- 12- محرك ثلاثي الأوجه قصص ستجاب
- 13- محرك ثلاثي الأوجه سرعتين
- 14- أجهزة أمبير وميترات - جهاز فولتميتر

تمرين (1)

توصيل مفتاح تشغيل عاды ثلاثى الأوجه (بدء - إيقاف)
عاды وأتوماتيك

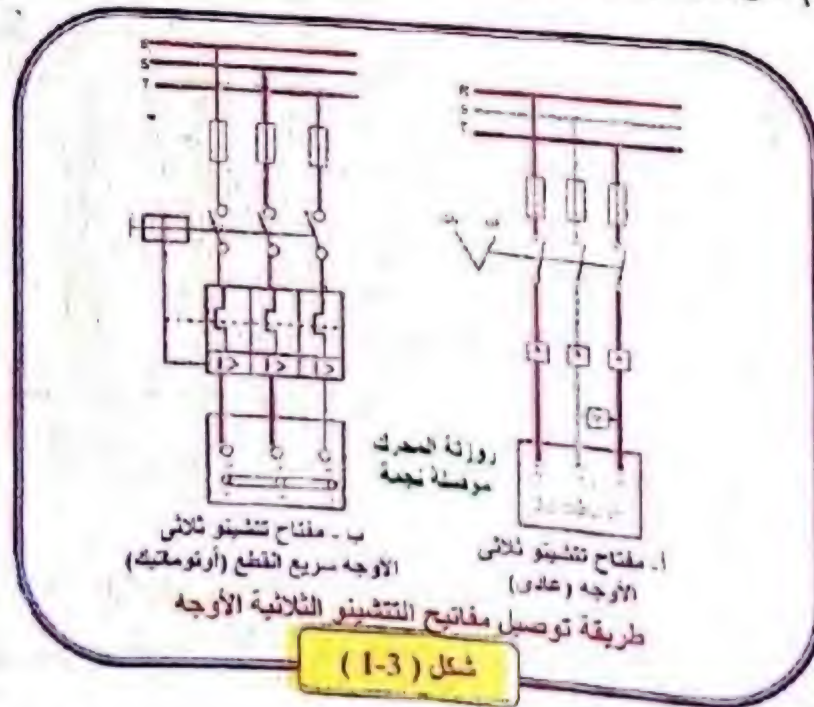
إجراء التمرين :

شكل (1-3) يوضح طريقة توصيل مفتاح التشغيل ثلاثى الأوجه لتشغيل محرك تيار متغير استنتاجى قفص سنجاب .
فى شكل (1-3-أ) وصل جهد المنبع إلى مدخل المفتاح ثم وصل خرج المفتاح إلى أجهزة القياس (الأمبير ومترات - الفولتمتر) ثم إلى روزة المحرك .

ملحوظة : لا يتم التوصيل إلا بعد مراجعة التوصيلات الكهربائية مع السيد المدرس

فى شكل (1-3-ب) وصل الجهد إلى مفتاح مزود بحماية حرارية وحماية مغناطيسية ضد زيادة الحمل ثم من خرج المفتاح وصل إلى روزة المحرك .

ملحوظة : لا يتم التوصيل إلا بعد مراجعة السيد المدرس .

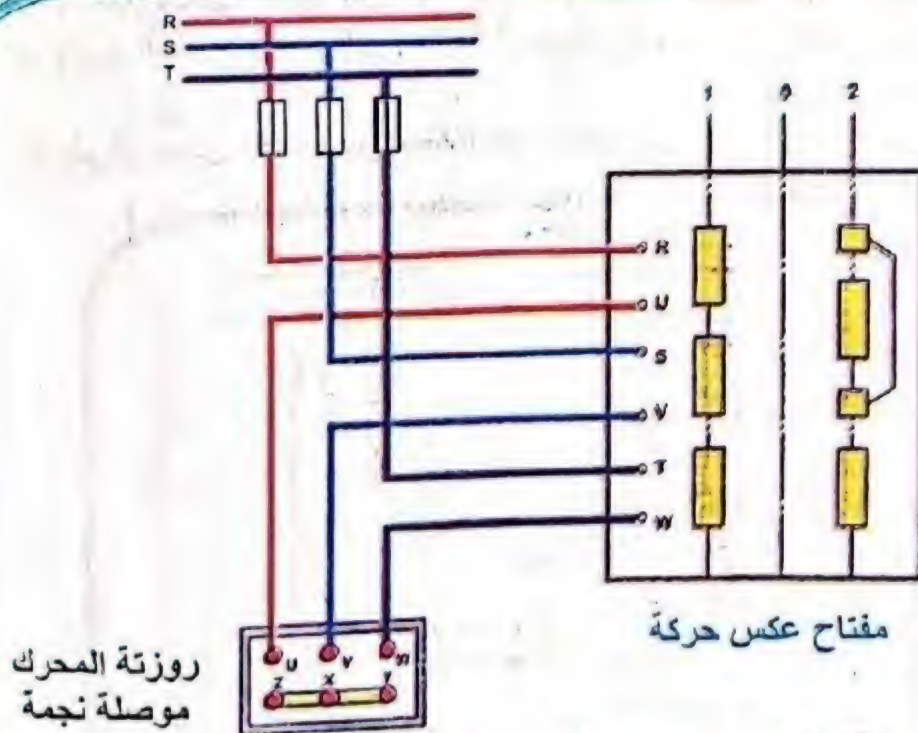


تمرين (2)

توصيل مفتاح عكس حركة يدوى ثلاثى الأوجه

إجراء التمرين :

- 1- وصل الجهد من المصدر إلى أطراف المفتاح (R , S , T) ثم وصل أطراف المفتاح إلى روزنة المحرك (U , V , W) كما بشكل (2-3) .
 - 2- عند توصيل المفتاح الموضع 1 يصل الطرف R إلى طرف المحرك U والطرف S إلى طرف المحرك V والطرف T إلى طرف المحرك W يدور المحرك فى اتجاه .
 - 3- عند توصيل المفتاح للموضع 2 يصل الطرف R إلى طرف المحرك V والطرف S إلى طرف المحرك U أما الطرف T يصل كما هو لطرف المحرك W .
- يلاحظ أنه تم تبديل موضع طرفين فينعكس اتجاه المجال الدوار فتنعكس الحركة ويدور المحرك فى الاتجاه المضاد للموضع 1



طريقة توصيل مفتاح عكس حركة يدوى ثلاثى الأوجه

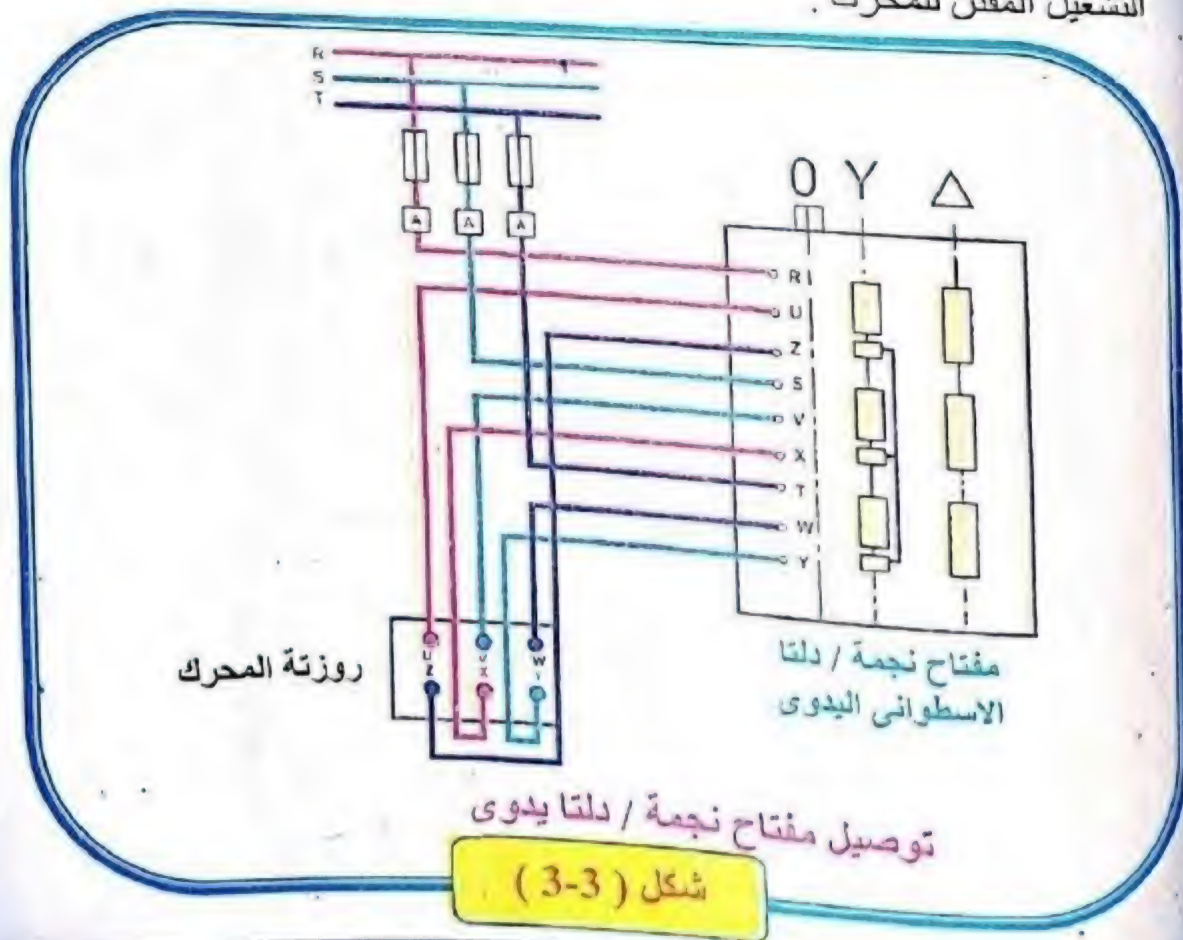
شكل (2-3)

تمرين (3)

توصيل مفتاح نجمة / دلتا لبدء حركة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب يعمل أساساً بتوصيلة الدلتا

إجراء التمرين :

- 1- وصل منبع القدرة إلى مفتاح نجمة / دلتا من خلال أجهزة قياس التيار (الأمبيرومترات)
- 2- أرفع الكباري النحاسية من روزة المحرك
- 3- وصل أطراف مفتاح نجمة / دلتا إلى روزة المحرك كما في شكل (3-3) بدقة
- 4- عند بدء الحركة ضع يد المفتاح على موضع النجمة يدور المحرك بتيار بدء قليل .
- 5- لاحظ قراءة الأمبيرومترات
- بعد برهة ضع يد المفتاح على موضع الدلتا يدور المحرك بسرعه المقننة و تيار التشغيل المقنن للمحرك .

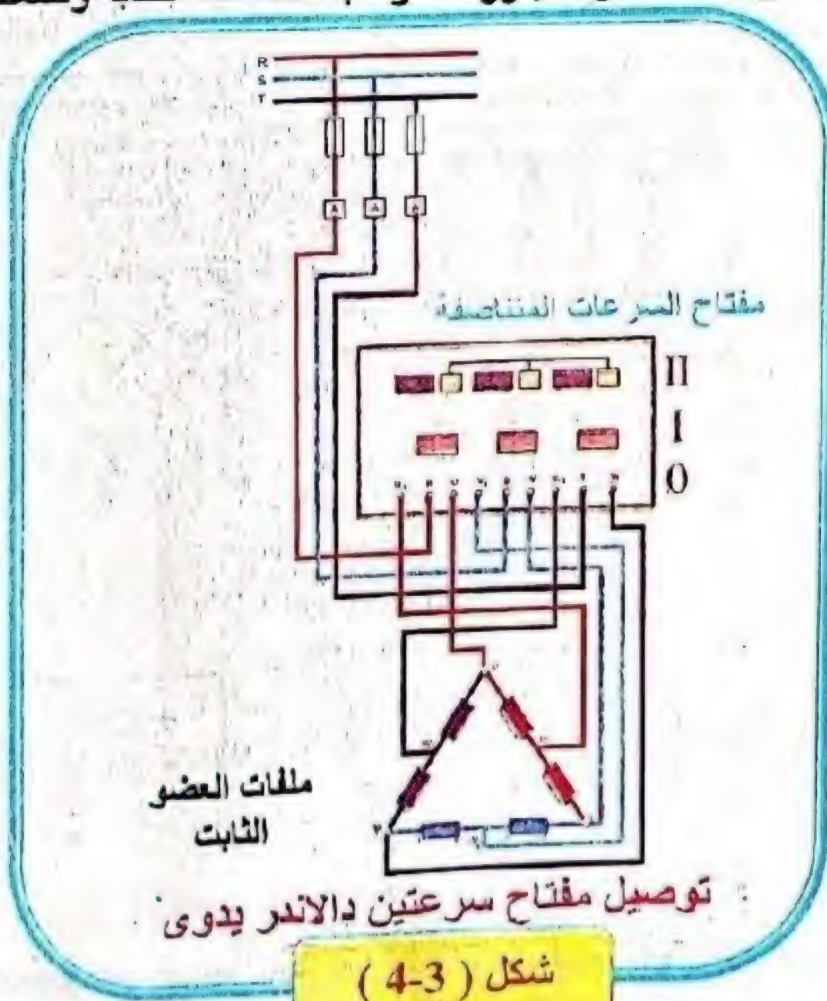


تمرين (4)

توصيل مفتاح سرعات متناصفة يدوي دالاندر لتشغيل المحرك
الاستنتاجي ثلاثي الأوجه بسرعتين متناصفتين

إجراء التمرين :

- 1- وصل منبع القدرة الكهربائية إلى مفتاح السرعات المتناصفة من خلال أجهزة قياس التيار.
- 2- وصل بدايات الأوجه (U , V , W) إلى المفتاح كما بشكل (4-3) وكذلك وصل منتصفات الأوجه (U₁ , V₁ , W₁) إلى المفتاح كما بشكل (4-3)
- 3- عند توصيل المفتاح على الموضع I يصل جهد المنبع إلى بدايات الأوجه يدور المحرك بكل عدد أقطابه بالسرعة المنخفضة
- 4- عند توصيل المفتاح على الموضع II يصل جهد المنبع إلى منتصف ملفات الأوجه مع عمل قصر على بدايات الأوجه يدور المحرك بنصف عدد أقطابه وضعف السرعة.



شكل (4-3)

دوائر التحكم باستخدام مفاتيح التلامس :

تستخدم دوائر التحكم الآلى فى الماكينات للتحكم فى تشغيل محرك أو أكثر فى الاتجاه والوقت المطلوب . وبالحماية الكافية .

ومن أهم الخامات التى تستعمل فى تركيب أبسط الدوائر هى :
مفتاح التلامس - القاطع الحرارى - مفاتيح الأيقاف والتشغيل - مفاتيح مراقبة الضغط -
مفاتيح مراقبة السوائل وغيرها

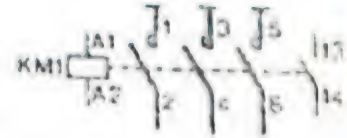
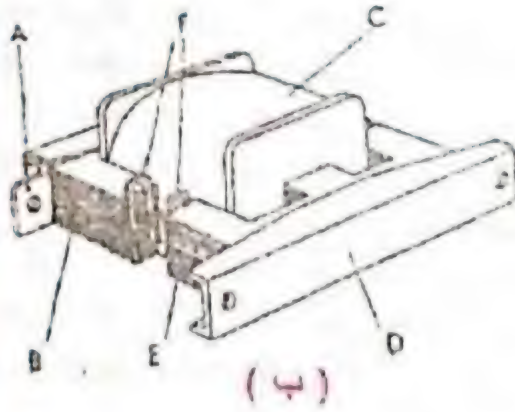
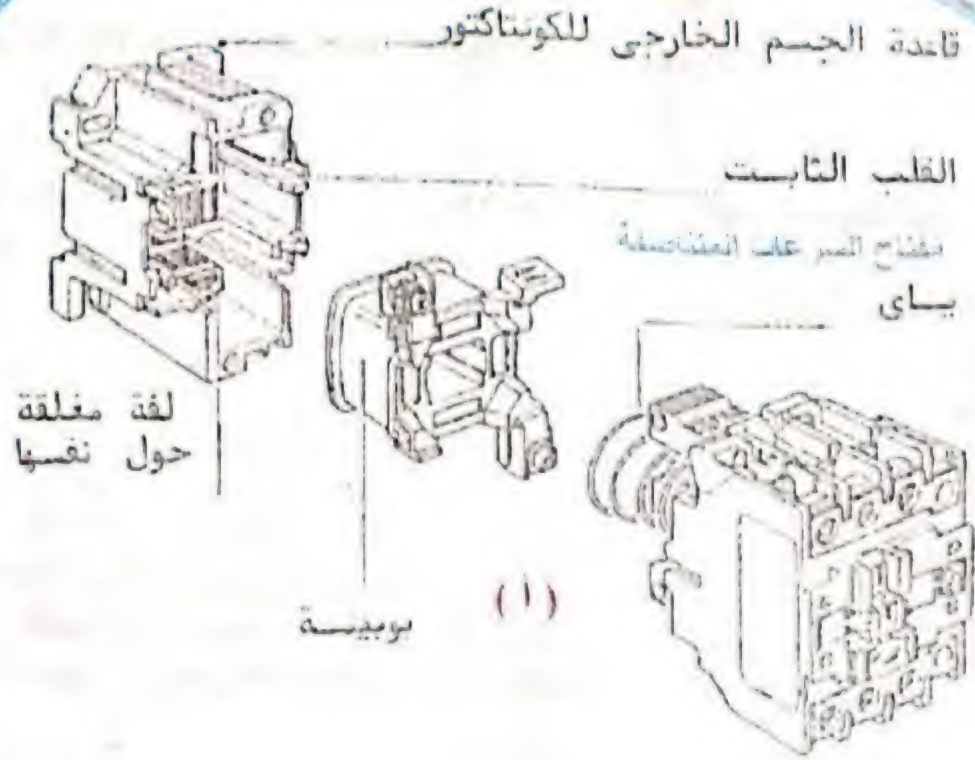
1- مفتاح التلامس (Contactor) :

أسمه الشائع كونتاكتور . ويتكون من قلبين من شرائح معدنية ذات سبيكة خاصة . واحد ثابت والآخر متحرك . شكل (3-5-أ، ب، ج) .

يوجد حول القلب الثابت ملف سلك معزول ملفوف فوق بكرة من البلاستيك أو الفبر بعدد لفات وسلك معين تبعا لفرق الجهد الذى سيعمل به الملف . ويعرف هذا الملف بالبوبينة (Coil) .

أما القلب المتحرك فهو يحمل عددا من نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة . ونقاط التلامس الرئيسية هذه هى التى تصل أو تفصل التيار عن المحرك وعادة تكون هذه النقاط أقوى من نقاط التلامس المساعدة لتحمل شدة تيار المحرك المستعمل . وتكون النقاط الرئيسية مفتوحة . أما النقاط المساعدة فمنها المفتوح ومنها المغلق .

وعندما يصل التيار إلى البوبينة عن طريق دائرة التحكم يحدث مجالا مغناطيسيا يجذب القلب المتحرك الحامل لنقاط التلامس تجاه القلب الثابت . فيتغير وضع جميع نقاط التلامس الرئيسية والمساعدة فتصير النقاط المفتوحة مغلقة والمغلقة مفتوحة وتظل هكذا حتى ينقطع التيار عن البوبينة فيعود القلب المتحرك إلى وضعه الطبيعى مندفعاً إلى أعلى بقوة السوستة (الباى) الموجودة بين القلبين فتعود جميع نقاط التلامس إلى وضعها الأسمى .



اجزاء الكونتاكتور من الداخل شكل (ب)

A : جزء تثبيت القلب السفلى

B : القلب المتحرك

C : البويينة

D : القطعة الحاملة لنقاط التلامس

F : لفة مغلقة حول نفسها تتقوية المجال المغناطيسى

شكل (5-3)

كيفية معرفة وتحديد أطراف الكونتاكتور :

قبل توصيل أى كونتاكتور يجب تحديد نقاط التلامس الرئيسية ونقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة وطرفى البوبينة .

أولاً : بالنسبة لتحديد نقاط التلامس الرئيسية (main contacts) :

فى بعض الكونتاكتورات يكون وضع نقاط التلامس الرئيسية فى مستوى واحد ونقاط التلامس المساعدة على الجانبين فى مستوى آخر . وفى هذه الحالة يمكن تحديد النقاط الرئيسية بسهولة . وفى بعض أنواع أخرى توجد ثلاث نقاط رئيسية ونقطة مساعدة واحدة مفتوحة فى مستوى واحد . وفى الكونتاكتورات الصغيرة تكون مسامير ربط أطراف التوصيل للنقاط الرئيسية والنقطة المساعدة غير مميزة . ولذلك يكتب على نقاط التلامس الرئيسية (R-S-T) أو (1-2-3) أو (L₁-L₂-L₃) ونقاط التلامس المساعدة يضع لها رقماً آخر مثل (13-14) . وفى حالة وجود أكثر من نقطة تلامس مساعدة يجب تحديد النقاط المفتوحة والنقاط المغلقة وذلك بواسطة الأومميتر وتأكد من عدم وجود تيار بالكونتاكتور وضع طرفى الأومميتر على النقاط المراد معرفتها فإذا تحرك مؤشر الأومميتر وضغط فوق الكونتاكتور وعاد المؤشر مكانه فمعنى ذلك أن هذه نقطة تلامس مغلقة . والعكس فى حالة النقطة المفتوحة فعند وضع طرفى الأومميتر لا يتحرك مؤشره وبالضغط على الكونتاكتور يتحرك مؤشر الأومميتر .

ملحوظة :

توجد بعض أنواع الكونتاكتورات تحمل عدداً معين من نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة ولا يمكن تركيب عدداً آخر من نقاط التلامس على نفس الكونتاكتور . وتوجد أنواع أخرى كثيرة لها فى الغالب نقطة تلامس مساعدة واحدة مفتوحة . ولكن يمكن تركيب عدد آخر من نقاط التلامس المساعدة على نفس الكونتاكتور وتباع على حدى تبعاً للمطلوب من دائرة التحكم ومن الممكن أيضاً تركيب بعض أجزاء أخرى على نفس الكونتاكتور كالتيمر مثلاً وذلك يساعد كثيراً فى تصغير حجم اللوحة وسهولة تركيب أجزائها .

ملحوظة :

فى حالة قيامك بتحديد أى نقطة تلامس داخل الكونتاكتور بواسطة الأومميتر يجب أن تتأكد من عدم وجود تيار أو أطراف موصلة بالنقطة المراد تحديدها . يقال على نقطة التلامس مفتوحة أو مغلقة فى حالة وضعها الطبيعى أى فى حالة عدم وجود تيار بالبوبينة .

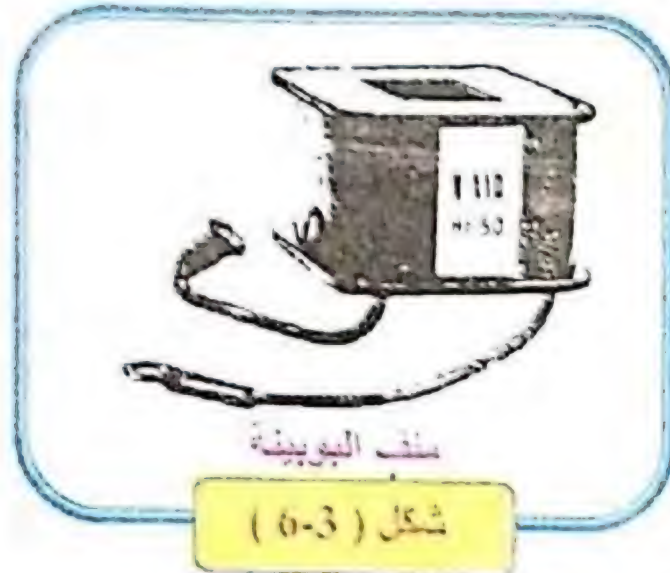
أما بالنسبة لتحديد طرفي البوبينة فمن الممكن تحديدها بمجرد النظر إلى مكانهم فطرفا البوبينة عادة يكون وضعهم في مستوى أقل انخفاضاً من نقاط التلامس. وعادة يرمز لهم (A_1, A_2) أو (A, B) .

وفي بعض أنواع الكونتاكتورات يوجد طرفان البوبينة متجاوران في جهة واحدة من الكونتاكتور.

وفي أنواع أخرى يوجد طرف في جهة والطرف الثاني في الجهة الأخرى. وعند اختبار البوبينة بالأومميتر يتحرك المؤشر. وكلما زاد فرق الجهد الذي تعمل به هذه البوبينة كلما زادت قيمة المقاومة.

قيم الجهد المختلفة التي تعمل عليها البوبينات: شكل (6-3)

(24 - 42 - 48 - 110 - 120 - 127 - 220 - 240 - 380 - 415 - 440 - 500 - 600 - 1000) فولت.



وتوجد بعض أنواع وأحجام كثيرة لمفاتيح التلامس:

وعند شراء أو تغيير مفتاح تلامس يجب معرفة ثلاث أشياء أساسية:

- 1- شدة تيار أو قدرة المحرك الذي سيعمل بهذا الكونتاكتور
- 2- فرق الجهد الذي تعمل به دائرة التحكم الموجود بها هذا الكونتاكتور
- 3- عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة.

إن أي كونتاكتور تصنع نقاط تلامسه الرئيسية لتحتمل شدة تيار معينة فإذا اتصل بهذه النقاط محرك شدة تياره أعلى من أن تتحمله نقاط التلامس سيؤدي ذلك إلى زيادة حجم الشرارة المتولدة نتيجة توصيل وقطع التيار عن المحرك. وبالتالي إلى إتلاف هذه النقاط سريعاً.

ومن المعروف أن محركات الثلاث أوجه من الممكن تشغيلها على أكثر من جهد مثلاً 220 / 380 فولت أو 660 / 380 فولت . وكلما زاد فرق الجهد الذى سيعمل عليه المحرك يقل شدة تياره والعكس فمثلاً كونتاكتور تيليمكانيك DO9 الفرنسى الصنع تتحمل نقاط تلامسه الرئيسية شدة تيار قدرها 9 أمبير وستجد مكتوبا على هذا الكونتاكتور الجدول الآتى :

V	KW	HP
220	2.2	3
280	4	5.5
415	4	5.5
500	5.5	7.5
600	5.5	7.5

ومعنى هذا الجدول أنه إذا كان المحرك سيعمل على جهد قدره 220 فولت فيمكن وضع محرك حتى 2.2 كيلووات . وإذا كان المحرك سيعمل على 380 فولت فمن الممكن وضع محرك قدره 4 كيلووات وهكذا . وفى جميع الحالات ستجد أن تيار المحرك لا يتعدى 9 أمبير .

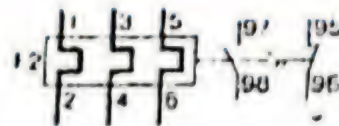
2- قاطع حرارى (Over Load) :

وأسمه الشائع أوفرلود ويستخدم لحماية المحرك فى حالة ارتفاع شدة تياره أعلى من الطبيعى شكل (7-3) .

وهو عبارة عن ملفات حرارية تتصل بالتوالى مع المحرك ويضبط تدريج القاطع الحرارى على قيمة شدة تيار المحرك وهو يعمل بالحمل الكامل .

فإذا حدث ارتفاع فى شدة تيار المحرك لأى سبب داخلى أو خارجى ترتفع درجة حرارة الملف الحرارى فيؤدى تمده إلى تحريك جزء من الفبر فيفصل نقطة تلامس مغلقة داخل القاطع وتتصل هذه النقطة بالتوالى مع بوبينة الكونتاكتور . فيقطع التيار عنها وتعود نقاط التلامس الرئيسية (المتصلة بالتوالى مع المحرك) إلى وضعها الطبيعى (مفتوحة) فينقطع التيار عن المحرك.

وبعد معرفة سبب ارتفاع قيمة تيار المحرك وإصلاحه يضغط على نقطة تلامس القاطع (بواسطة ذراع خاص بذلك) ويعمل المحرك مرة أخرى .



رمز القاطع الحرارى

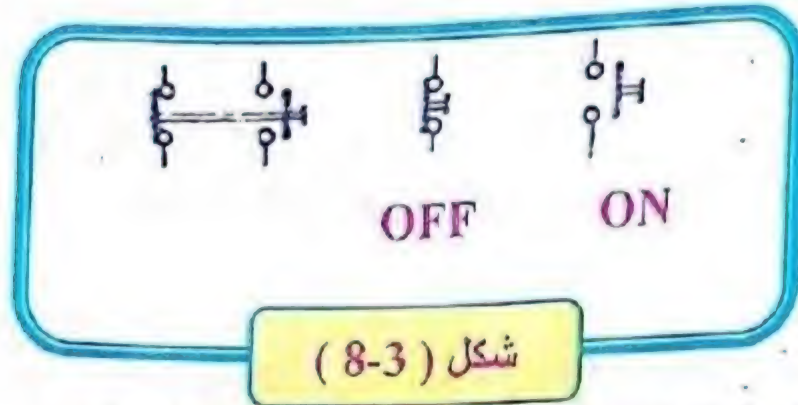
شكل (7-3)

عند شراء أوفرلود يجب معرفة قيمة تيار المحرك . ولكل أوفرلود تدريج للأمبير يبدأ بقيمة معينة وينتهي بقيمة أخرى ويجب أن تكون قيمة تيار المحرك المستعمل موجودة بين أقل وأكبر قيمة لتدريج الأوفرلود والجدولان المرفقان لشركة تليمكانيك يحتويان على قيم تيار كل أوفرلود من 0.1 وحتى 80 أمبير .

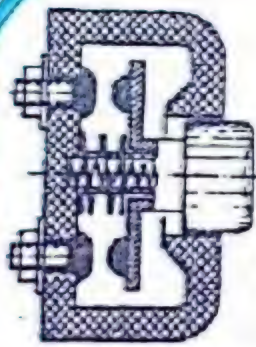
220 v	380 v	415 v	440 v	500 v	660 v	
KW	KW	KW	KW	KW	KW	A
						0.1-0.16
						0.16-0.25
						0.25-0.40
						0.40-0.63
				0.37	0.37	0.63-1
	0.37		0.55	0.75	0.55	1-1.6
0.37	0.75	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6-2.5
0.75	1.5	1.5	1.5	2.2	1.5	2.5-4
1.1	2.2	2.2	2.2	3	3	4-6
1.5	3	3.7	3.7	4	4	5.5-8
2.2	4	4	4	5.5	7.5	7-10

220 v	380 v	415 v	440 v	500 v	600 v	
KW	KW	KW	KW	KW	KW	A
3	5.5	5.5	5.5	7.5	10	10-13
4	7.5	9	9	10	15	13-18
5.5	11	11	11	15	18.5	18-25
7.5	15	15	15	18.5		23-32
	15	15		18.5		28-40
7.5	15	15	15	18.5	22	23-32
10	18.5	22	22	22	30	30-40
11	22	25	25	30	37	38-50
15	25	30	30	37	45	48-57
18.5	30	37	37	45	55	57-66
22	37	45	45	55	63	63-80

3- مفاتيح الإيقاف والتشغيل (Push Buttons)

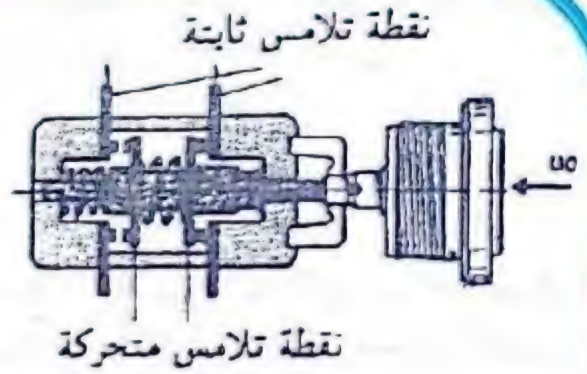


مفتاح تشغيل ON وظيفته توصيل التيار إلى البويينة عند الضغط عليه .
مفتاح إيقاف OFF وظيفته فصل التيار عن البويينة عند الضغط عليه .
وتوجد بعض الأنواع تؤدي الوظيفة من الممكن استخدام نفس المفتاح كتشغيل أو إيقاف أو مجوز أي بالضغط عليه يفصل التيار عن البويينة ويصله لأخرى في نفس اللحظة .
وهذه المفاتيح يتغير وضعها لحظة الضغط عليها فقط ثم تعود إلى وضعها الأصلي سواء كان للتشغيل أو الإيقاف شكل (9-3 - أ ، ب)



(ب)

مفتاح له نقطة واحدة مفتوحة
ومن الممكن استخدامه وهذا
النوع لا يمكن استخدامه إلا
كمفتاح تشغيل فقط



(أ)

مفتاح له نقطتا تلامس واحدة
مغلقة والأخرى مفتوحة ومن
الممكن استخدامه كمفتاح
إيقاف أو مفتاح تشغيل أو
الأثنين معاً

(شكل 9-3)

مفاتيح التوقيت الزمني (Timers)

يسمى بالتيمر ويستخدم لتوصيل التيار إلى بوبينة ما أو فصله عنها اتوماتيكيا بعد زمن معين يضبط عليه تدريج التيمر .
وتوجد منه أنواع كثيرة . الشائع منها :
التيمر الهوائى - التيمر الالكترونى - التيمر ذو المحرك

1- التيمر الهوائى :

عبارة عن قطعة من الكاوتشوك مفرغة الهواء يوجد بنيتها فتحة صغيرة يتحكم فى فتحها او غلقها بنسب دقيقة جدا بلف ، ويركب هذا التيمر فوق الكونتاكتور وعند تشغيل الكونتاكتور يجذب ذراع متصل بقطعة الكاوتشوك فتتطبق . وتبعاً لقيمة الفتحة التى يتحكم فيها اللف تمنلى قطعة الكاوتشوك بالهواء فتزفع وتغير وضع نقاط تلامس التيمر فى الوقت المحدد .
وكما زانت قيمة الفتحة تمنلى قطعة الكاوتشوك بالهواء فى وقت قصير والعكس عندما تقل قيمة الفتحة .

ملحوظة :

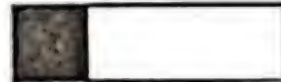
بعض تيمرات هذا النوع يبدأ العد التنازلى للتوقيت المضبوط عليها لحظة تشغيل الكونتاكتور وبعد انتهاء الزمن يتغير وضع نقاط التلامس . ويرمز لها بالرمز التالى

ON Delay



والبعض الآخر يتغير وضع نقاط تلامسها بمجرد تشغيل الكونتاكتور ثم بعد فصل الكونتاكتور يبدأ العد التنازلى للتوقيت وبعد انتهاء الزمن يعود وضع النقاط إلى وضعهم الطبيعى ويرمز لها بالرمز التالى

OFF Delay



وتوجد أيضا تيمرات تؤدي الغرضان معا ويرمز لها بالرمز التالى



2- التيمر الإلكتروني :

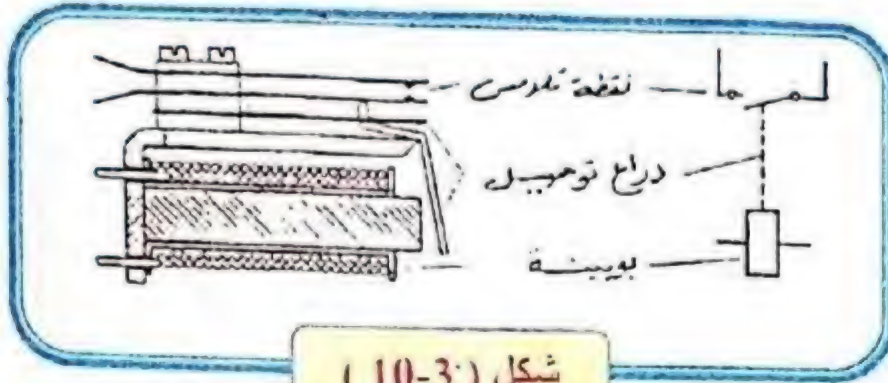
وهو عبارة عن دائرة مكونة من بعض المقاومات والترانزستورات وأجزاء الإلكترونية أخرى وهذا النوع يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليه لحظة توصيله بالتيار وبعد انتهاء الزمن يغير وضع نقاط تلامسه وتظل النقاط في الوضع الجديد حتى ينقطع عنه التيار فتعود النقاط إلى وضعها الطبيعي .

3- التيمر ذو المحرك :

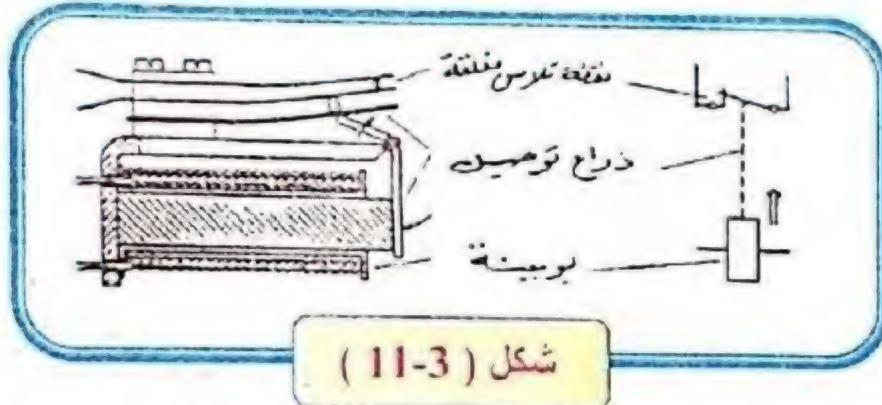
وهذا النوع يحتوي على محرك صغير يحرك عددا من التروس حتى تأتي نقطة بارزة تغير وضع النقاط وهذا النوع أيضا يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليه لحظة توصيله بالتيار وبعد انتهاء الزمن يغير وضع نقاط تلامسه وتظل النقاط في الوضع الجديد حتى ينقطع عنه التيار فتعود نقاط تلامسه إلى وضعها الطبيعي .

تدريبات عملية

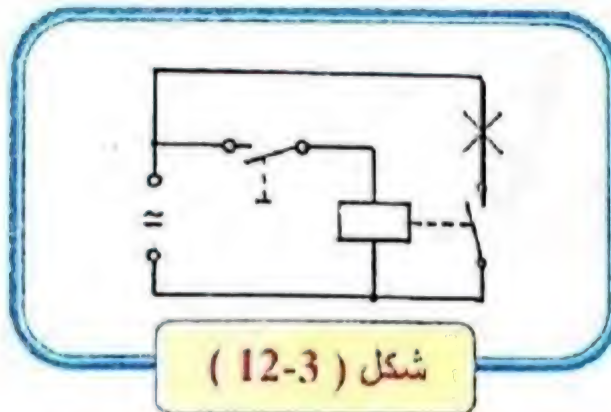
- مبادئ تمهيدية : (الريلى يسمى متمم أو يسمى مرحل)
الريلى ذو نقطة تلامس واحدة :
• فى حالة عدم وجود تيار بالملف يظل الذراع بعيداً عن البوبينة ونقطة التلامس تكون مفتوحة شكل (10-3)



- عند مرور التيار فى الملف يتولد مجالاً مغناطيسياً يجذب الذراع (الجزء السفلى) فيرتفع الجزء الآخر إلى أعلى ويضغط على نقطة التلامس فتصبح مغلقة شكل (11-3) .

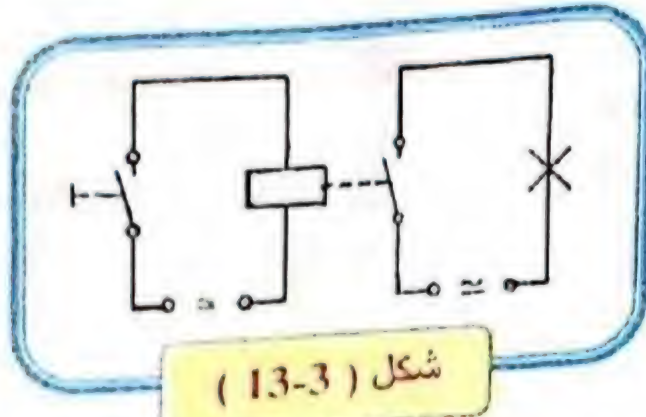


- فى بعض الدوائر يكون فرق الجهد الذى تعمل عليه البوبينة هو نفس فرق الجهد الذى يعمل عليه الحمل وبالتالي يتصل كلا من البوبينة والحمل بنفس مصدر التيار شكل (3-12) .

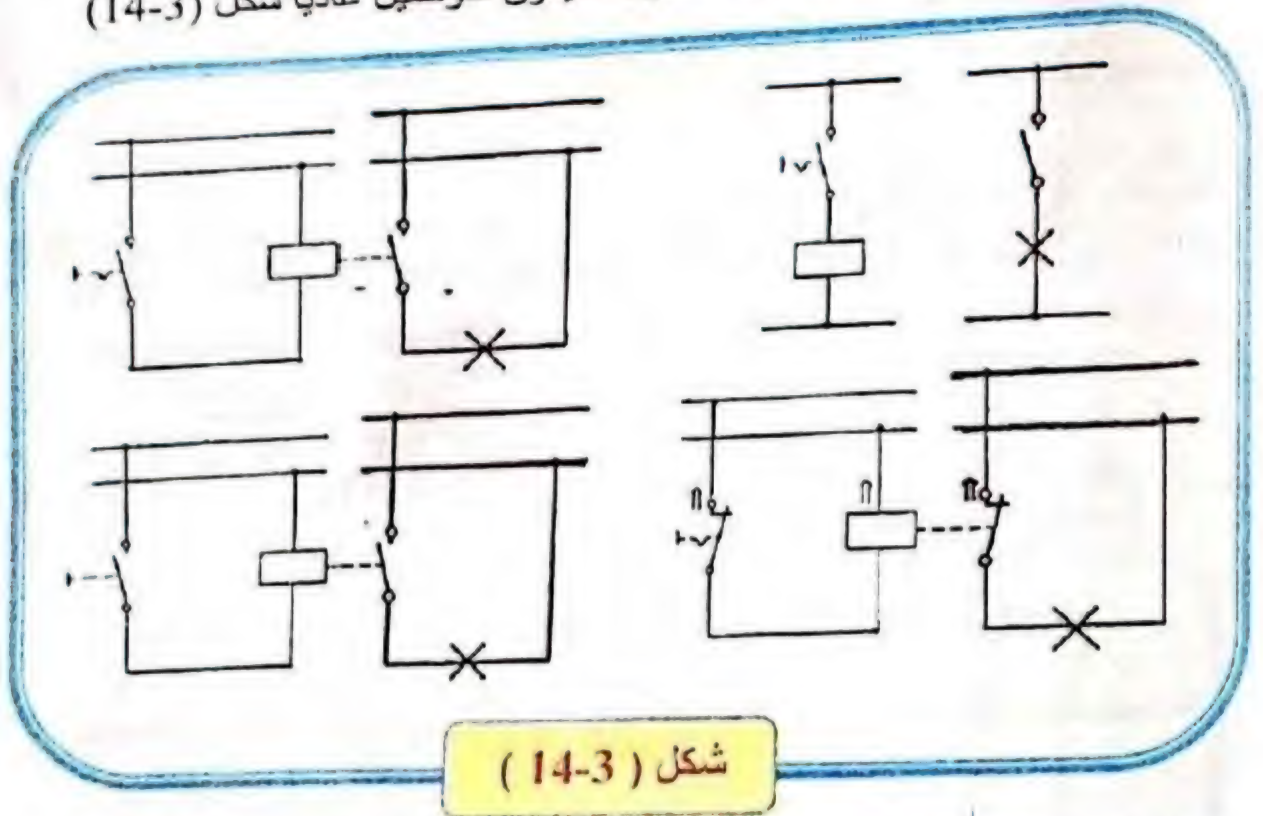


تدريبات عملية

- وفي دوائر أخرى يكون فرق الجهد الذي تعمل عليه البوبينة أقل من فرق الجهد الذي يعمل عليه الحمل وبالتالي تتصل البوبينة بمصدر تيار وتتصل دائرة الحمل بمصدر تيار آخر شكل (13-3)

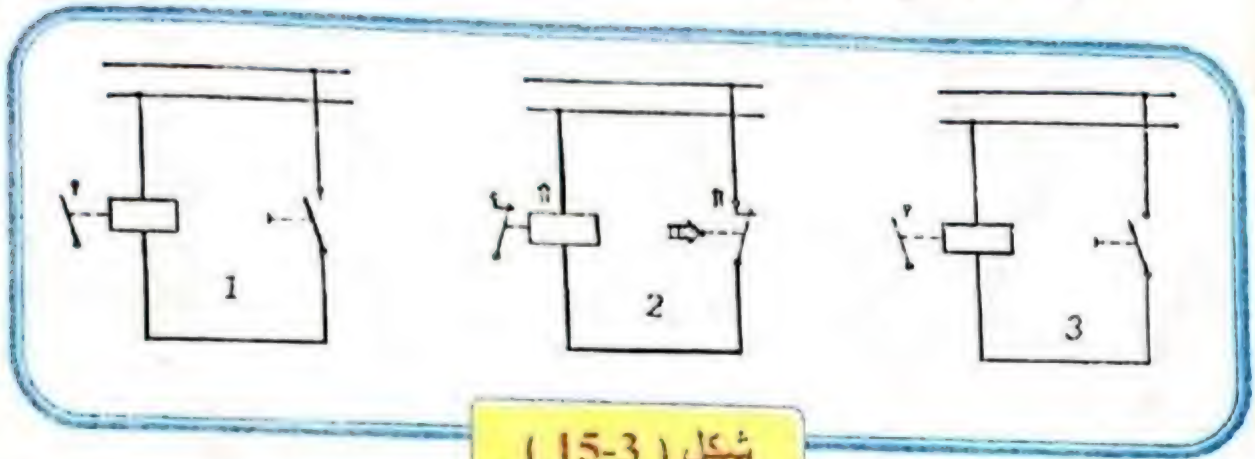


- إذا كان سيتم تشغيل بوبينة الريلى عن طريق مفتاح عادى كمفتاح الإضاءة أى أنه إذا أغلق يظل مغلق وإذا فصل يظل مفصولاً فسيكون التوصيل عادياً شكل (14-3)



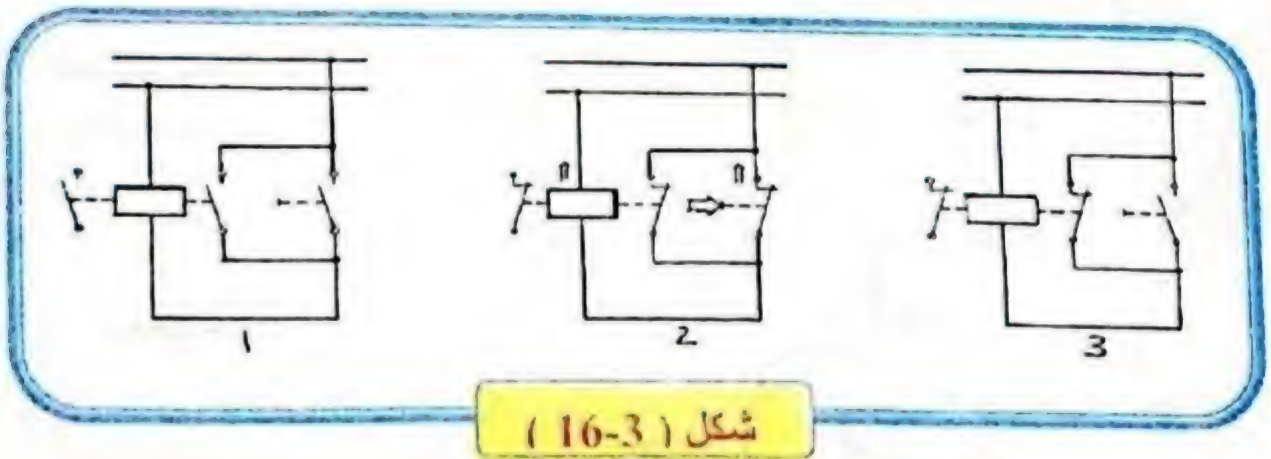
- إذا كان سيتم تشغيل بوبينة الريلى عن طريق مفتاح تشغيل فذلك يعنى أنه بالضغط على هذا المفتاح سيمر تيار فى البوبينة وعند ترك المفتاح يعود مفتوحاً فينقطع التيار عن البوبينة.

- فى شكل (3-15) نلاحظ أن :
1- فى الرسم رقم 1 قبل الضغط على مفتاح التشغيل لا يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مفتوحة .
2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح التشغيل يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مغلقة .
3- فى الرسم رقم 3 عند رفع اليد من على مفتاح التشغيل يعود كما كان فى الرسم رقم 1 أى أنه سينقطع التيار عن البوبينة والنقطة المساعدة ستفتح .



شكل (3-15)

- عندما نريد أن يظل التيار بالبوبينة حتى بعد رفع اليد من على مفتاح التشغيل يتوجب وجود نقطة مساعدة مفتوحة أخرى تتصل بالتوازي مع مفتاح التشغيل شكل (3-16) .



شكل (3-16)

- فى شكل (3-16) نلاحظ أن :
1- فى الرسم رقم 1 قبل الضغط على مفتاح التشغيل لا يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مفتوحة .

2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح التشغيل يمر تيار بالبوبينة والنقطة المساعدة مغلقة

3- فى الرسم رقم 3 بعد رفع اليد من على مفتاح التشغيل يعود مفتوحا ولكن لا ينقطع التيار عن البوبينة حيث أنه يمر إليها من خلال النقطة المساعدة المتصلة بالتوازي مع مفتاح التشغيل وفى هذه الحالة سيظل التيار بالبوبينة لا يمكن فصله إلا عن طريق قطع مصدر التيار.

• فى شكل (17-3) توضيح كيفية تركيب نقاط التلامس المساعدة فوق الكونتاكتور

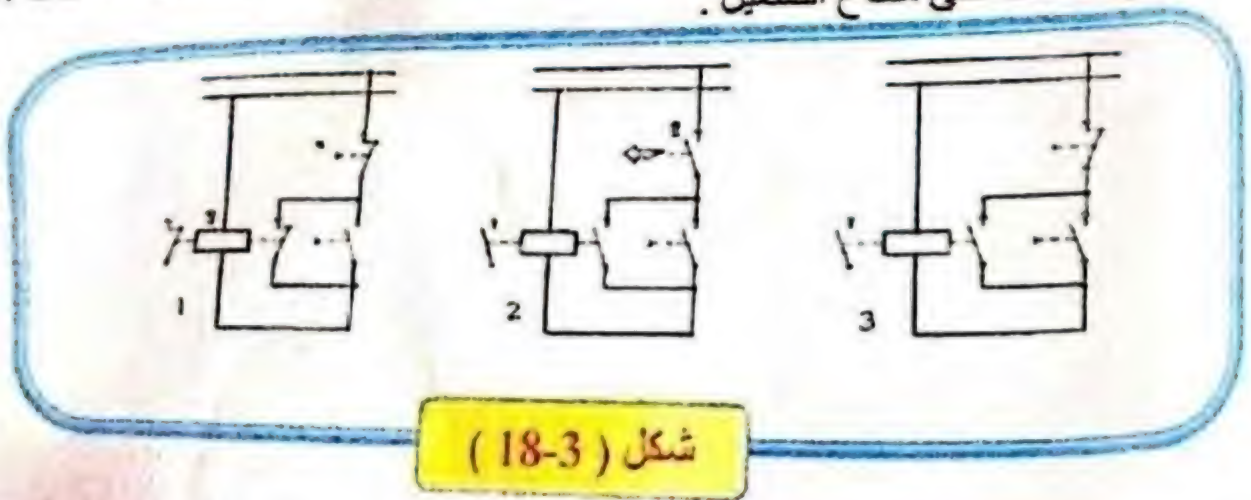


شكل (17-3)

• فى شكل (18-3) وضع مفتاح إيقاف بالتوازي مع مفتاح التشغيل ونلاحظ أن :
1- فى الرسم رقم 1 التيار يمر بالبوبينة عن طريق النقطة المساعدة المتصلة بالتوازي مع مفتاح التشغيل والنقطة المساعدة مغلقة

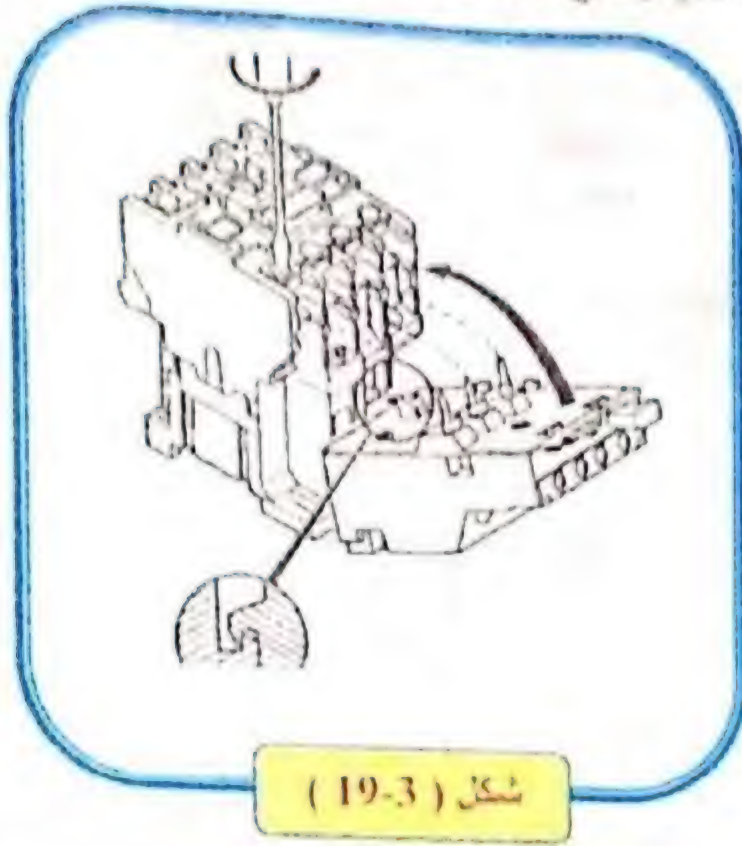
2- فى الرسم رقم 2 لحظة الضغط على مفتاح الإيقاف ينقطع التيار عن البوبينة والنقطة المساعدة تفتح

3- فى الرسم رقم 3 بعد رفع اليد من على مفتاح الإيقاف يعود مغلقا ولكن لا يصل التيار إلى البوبينة حيث أن النقطة المساعدة مفتوحة فلا يمر التيار مرة أخرى إلا بالضغط على مفتاح التشغيل.



شكل (18-3)

• في شكل (19-3) توضيح كيفية تركيب الأوفراود مع الكونداكتور



دوائر القوى والتحكم

أى لوحة تحكم داخل ماكينة بها محرك أو أكثر تنقسم إلى دائرتين منفصلتين دائرة قوى ودائرة تحكم .

أولاً : دائرة القوى (Power Circuit)

وهى الدائرة الخاصة بتوصيل التيار من المصدر إلى المحرك وعادة تتكون من :

- 1- ثلاث فيوزات أو مفتاح أوتوماتيك يتحمل شدة تيار بدء دوران المحرك
- 2- ثلاث نقاط تلامس رئيسية الموجودة داخل الكونتاكتور
- 3- ثلاث ملفات حرارية للقاطع الحرارى
- 4- ثلاث أطراف المحرك

وجميع هذه الاشياء والسلك المستخدم فى توصيل هذه الدائرة يجب أن يتحمل شدة تيار المحرك المستعمل .

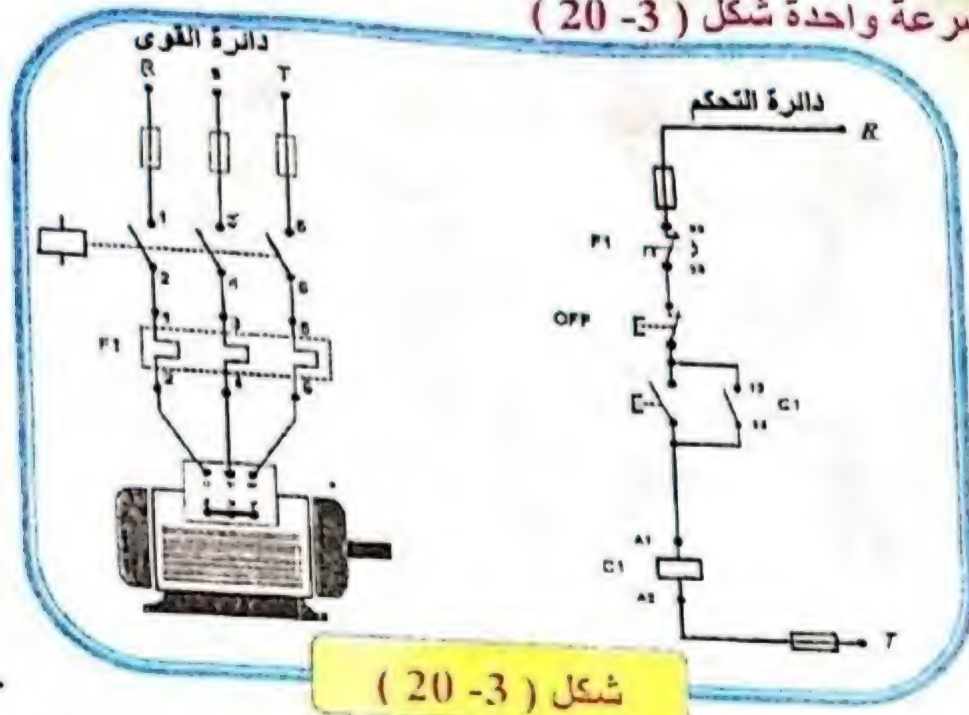
ثانياً : دائرة التحكم (Control Circuit)

وهى الدائرة الخاصة بتوصيل التيار إلى بوبينة الكونتاكتور وتتكون عادة من :

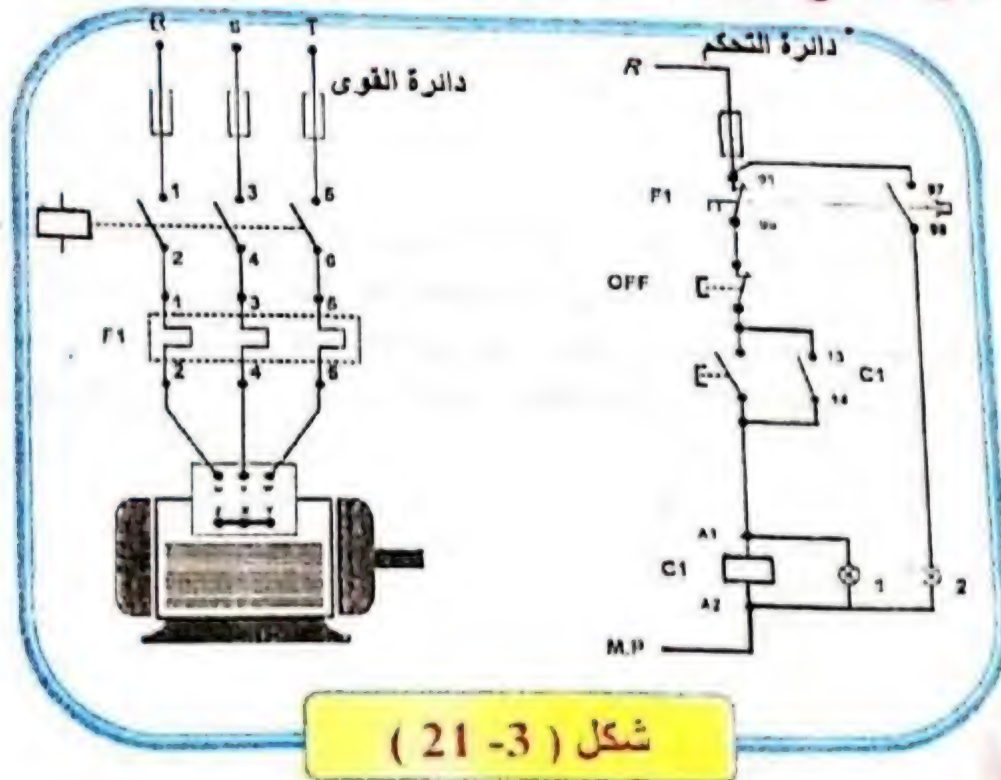
- 1- فيوز أو مفتاح أوتوماتيك يتحمل تيار البوبينات الموجودة بالدائرة وهى عادة شدة تيارها ضعيف
- 2- نقطة تلامس القاطع الحرارى المغلقة
- 3- مفاتيح الإيقاف والتشغيل
- 4- عددا من نقاط التلامس المساعدة للكونتاكتور (تبعا للمطلوب من دائرة التحكم)
- 5- بوبينة الكونتاكتور أو أكثر تبعا للمطلوب من دائرة التحكم

وكل هذه الأجزاء والسلك المستخدم لتوصيل دائرة التحكم يكون ذو مساحة مقطع صغير .
والسلك المستخدم فى دائرة التحكم ذو مساحة مقطع يتحمل فقط شدة تيار البوبينات الموجودة بالدائرة وليس تيار المحرك .

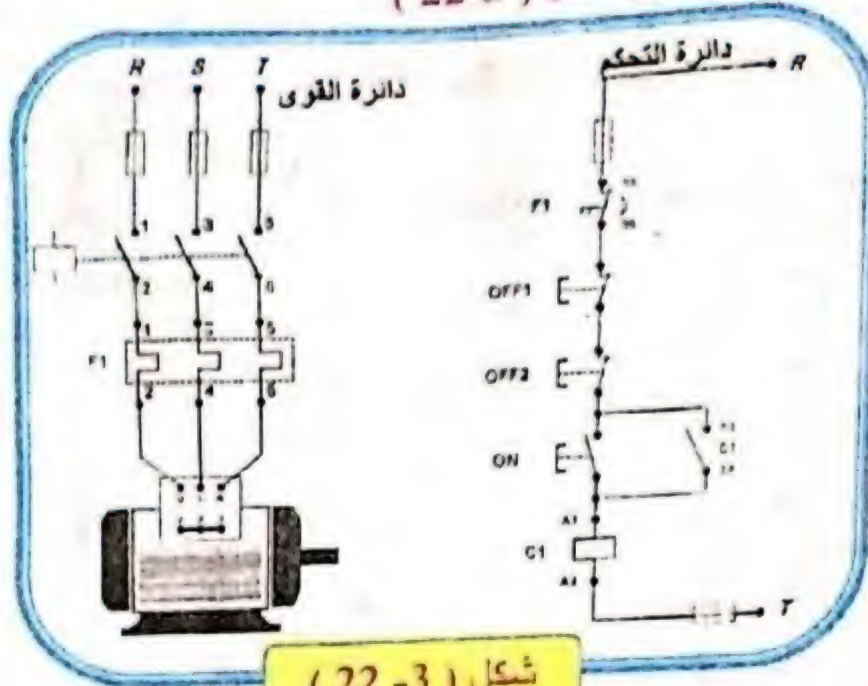
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجي قفص سنجابي موصل نجمة ثلاثي الأوجه سرعة واحدة شكل (3-20)



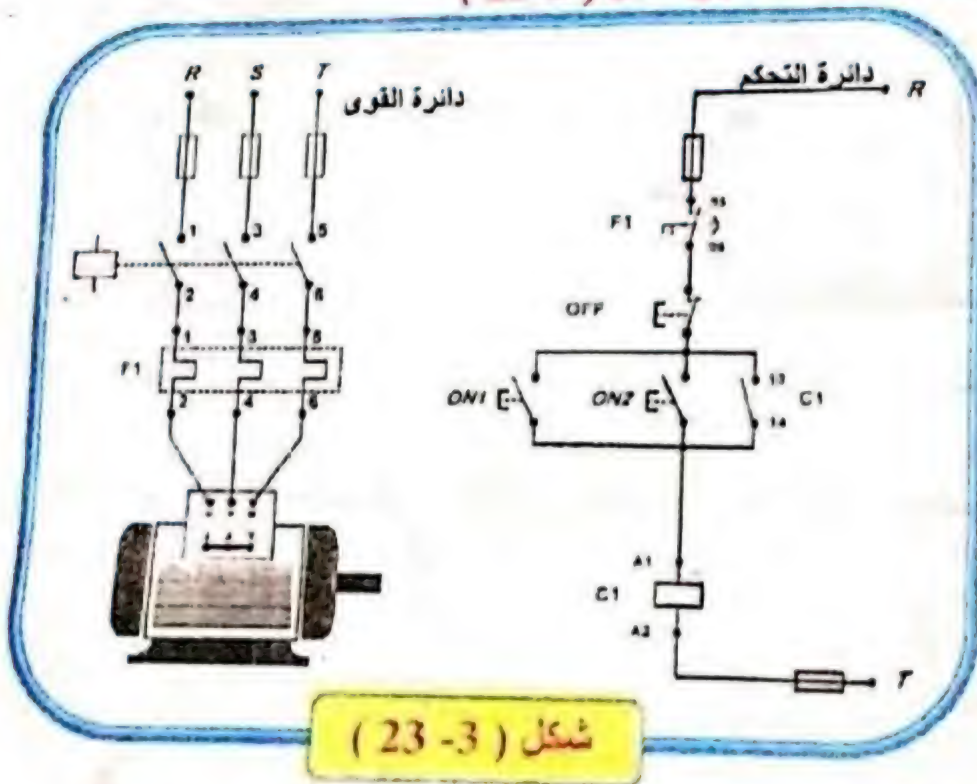
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجي قفص سنجابي موصل نجمة ثلاثي الأوجه سرعة واحدة مع لمبات الإشارة شكل (3-21)



دائرة التحكم والقوى لإيقاف محرك استنتاجي قفص سنجاى ثلاثى الأوجه سرعة موصل نجمة من مكانين مختلفين شكل (22-3)

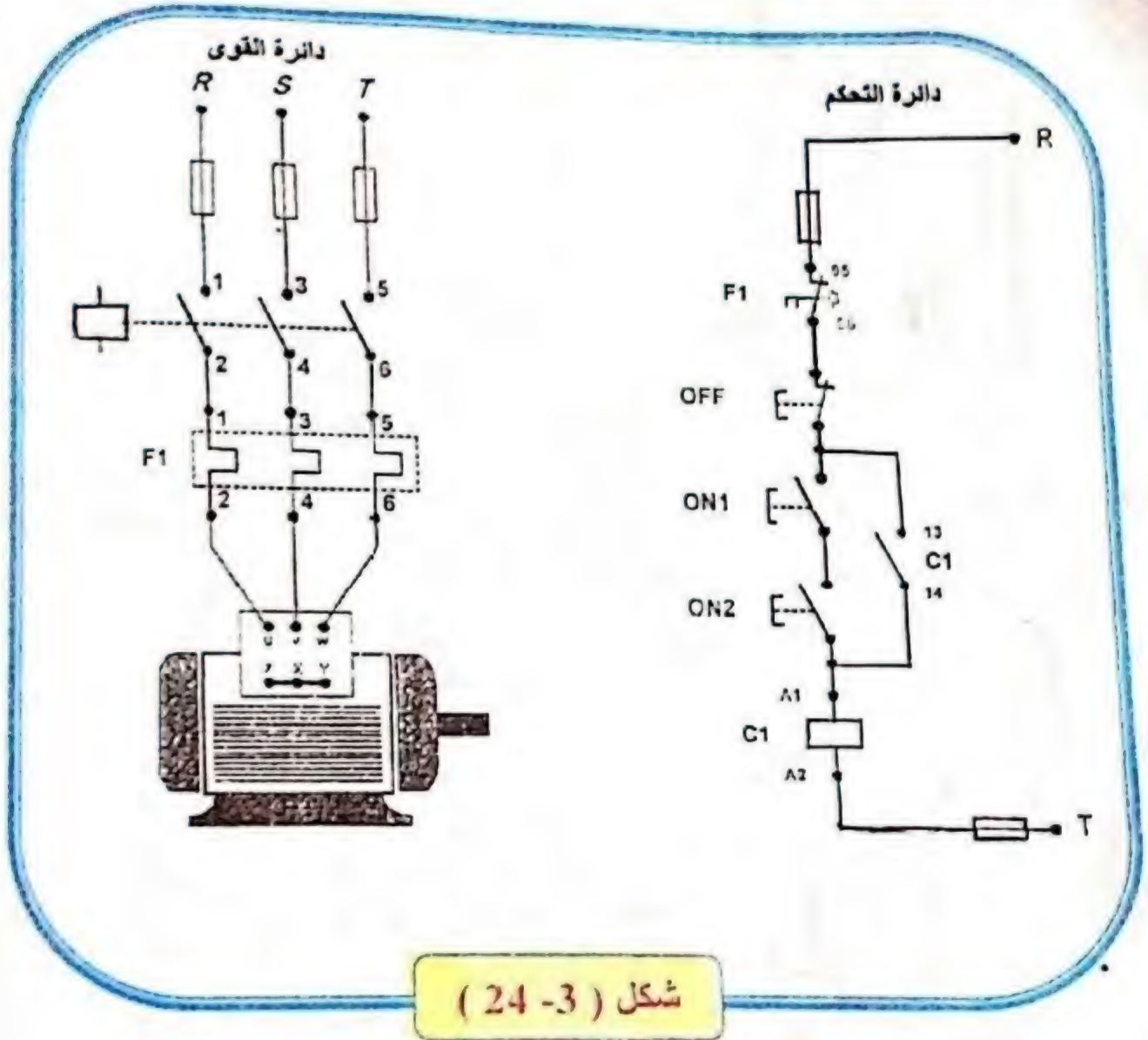


دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجي قفص سنجاى ثلاثى الأوجه سرعة موصل نجمة من مكانين مختلفين شكل (23-3)



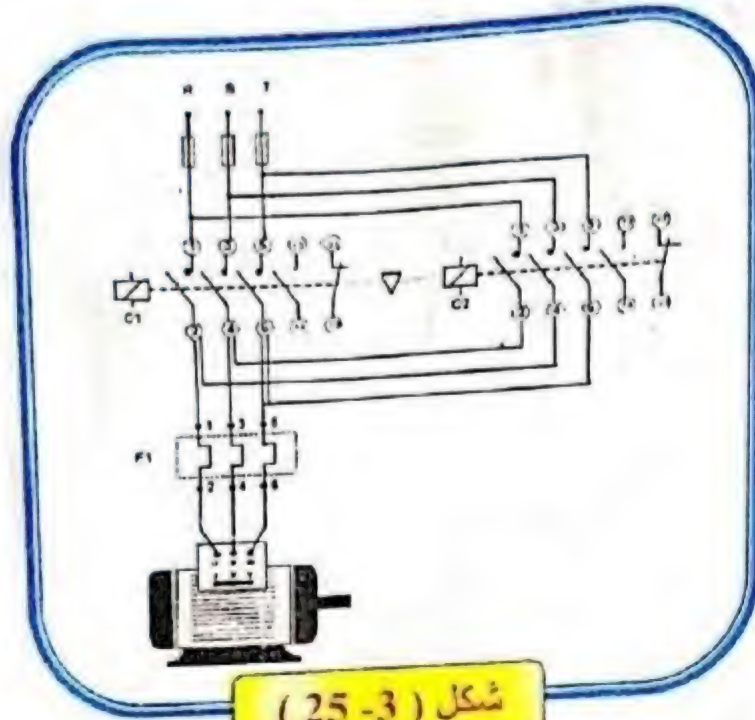
دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه موصل نجمة سرعة واحدة بضغط اليدين شكل (3-24)

لدواعى الأمان فى بعض العمليات الصناعية يستلزم أن يعمل المحرك بواسطة استخدام العامل ليديه الاثنين معاً لتشغيل المحرك



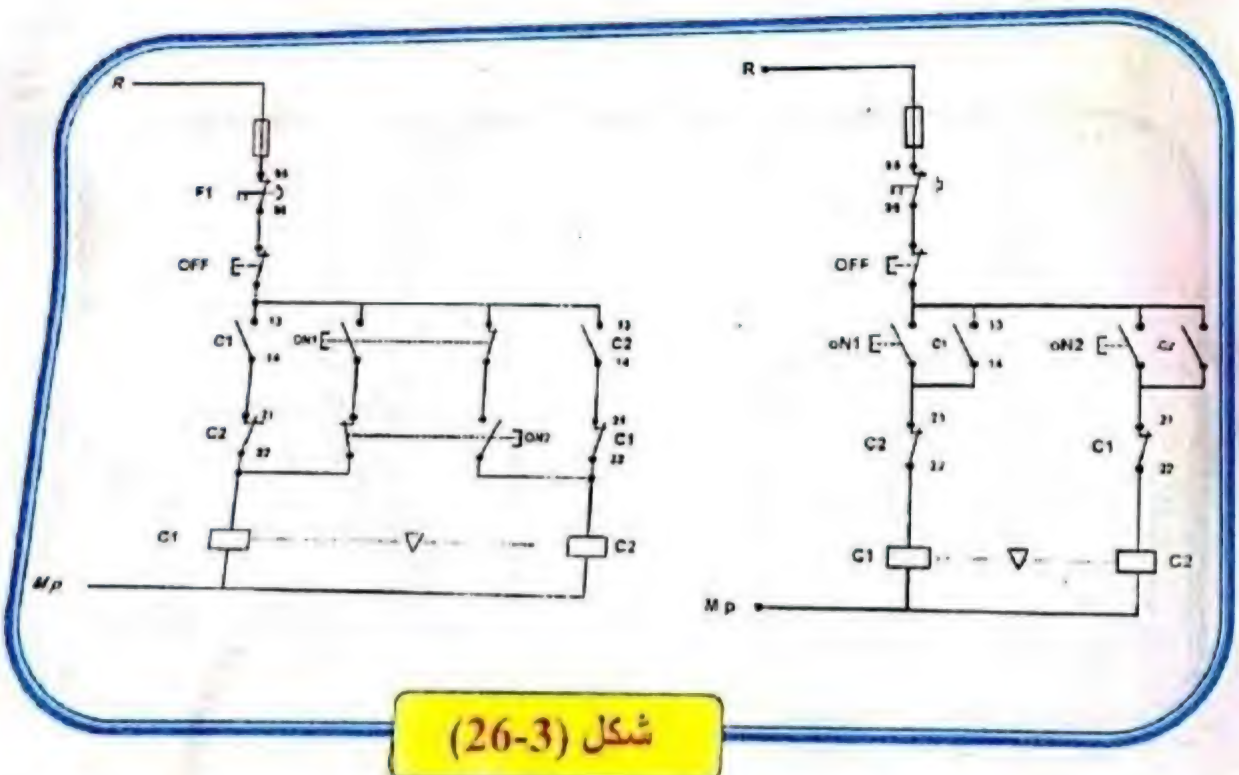
تدريبات عملية

دائرة القوى لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجابا موصل نجمة
سرعة واحدة شكل (25-3)



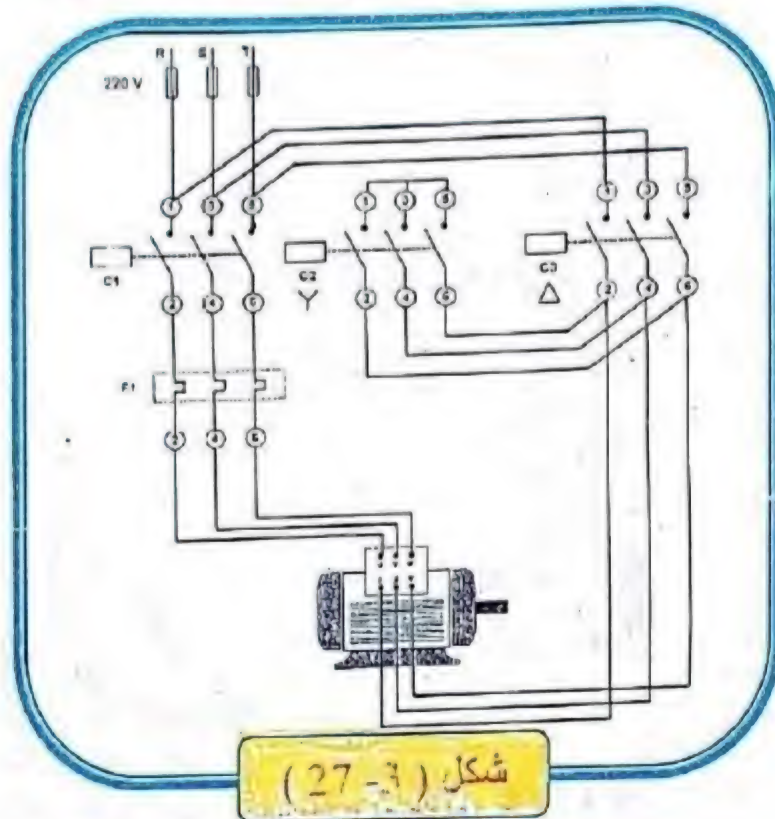
شكل (25 - 3)

دوائر التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الأوجه قفص سنجاب موصل نجمة
سرعة واحدة شكل (26-3)

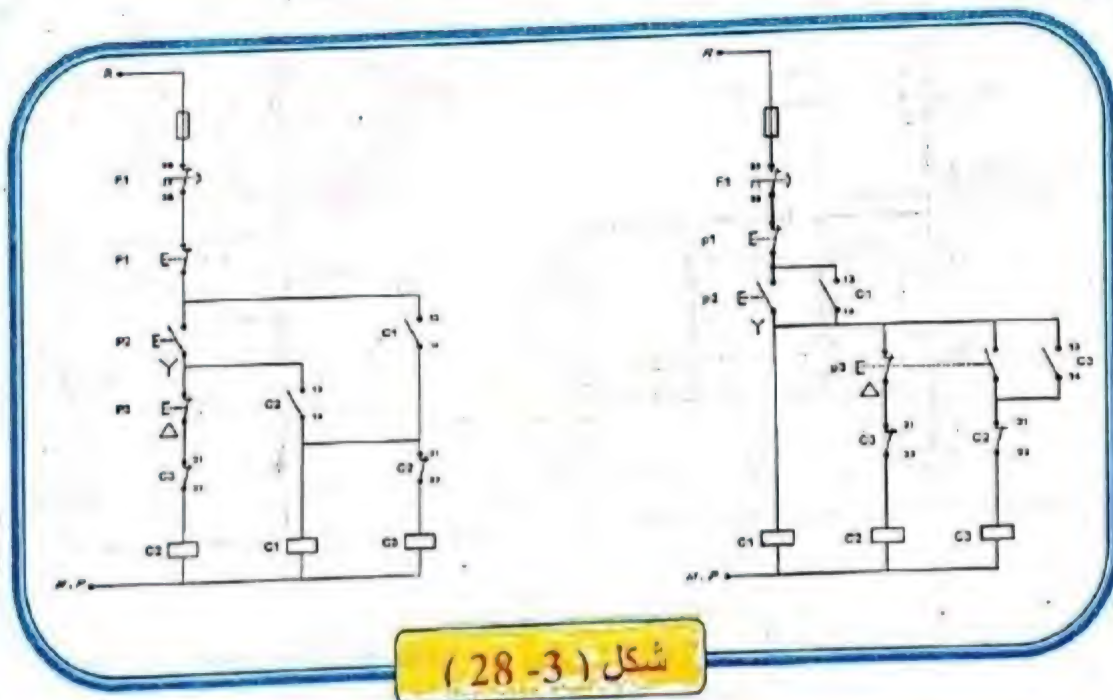


شكل (26-3)

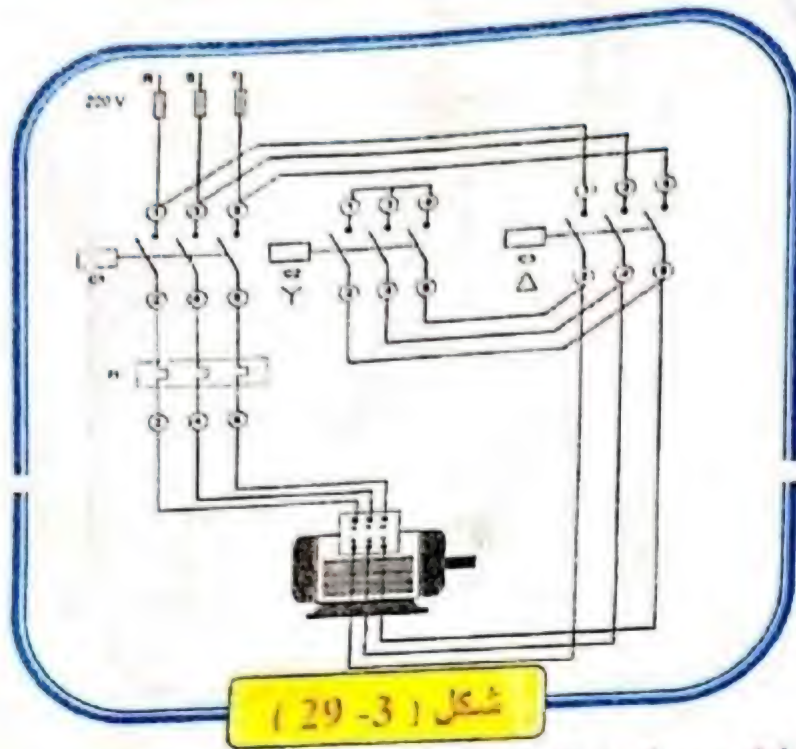
دائرة القوى لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة / دلتا
شكل (27-3)



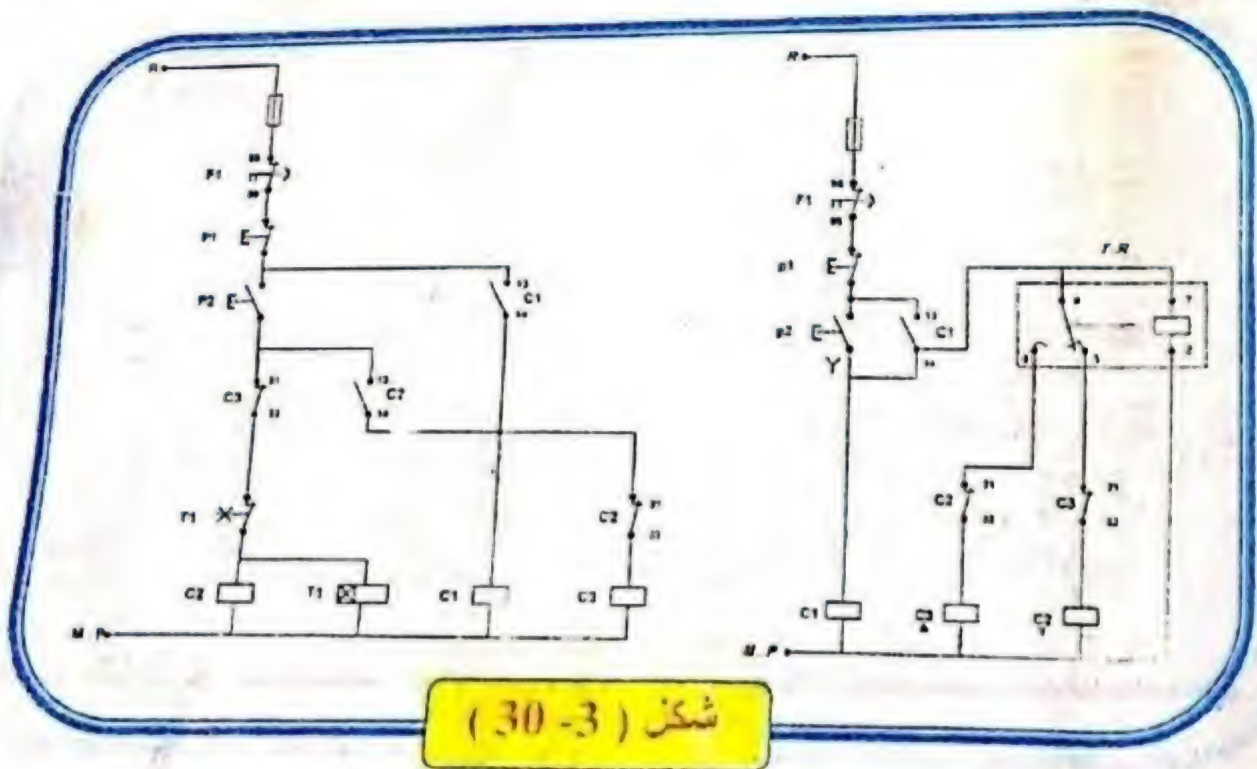
دوائر التحكم لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب بمفتاح نجمة / دلتا
شكل (28-3)



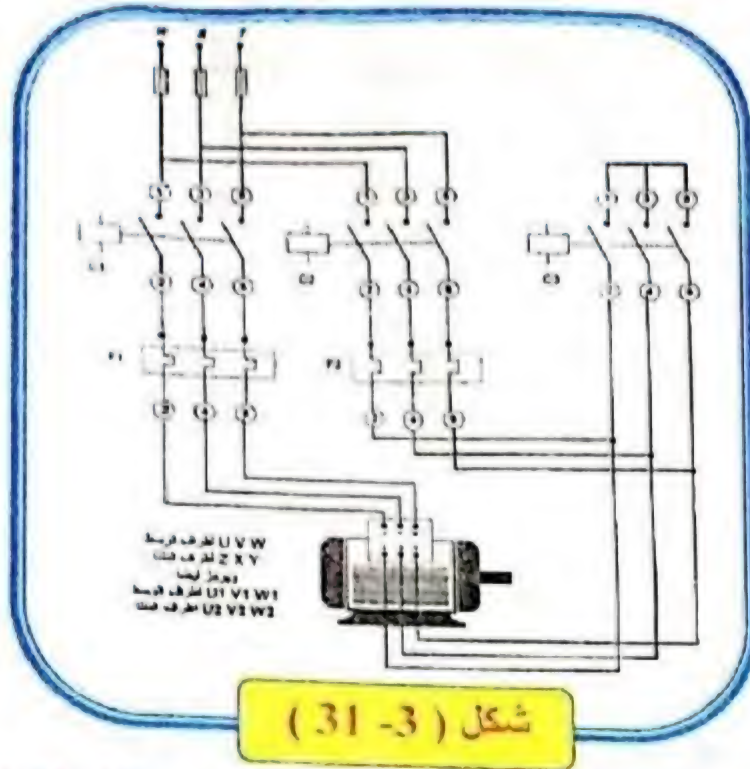
دائرة القوى لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب نجمة / دلنا بالتيمر
شكل (29-3)



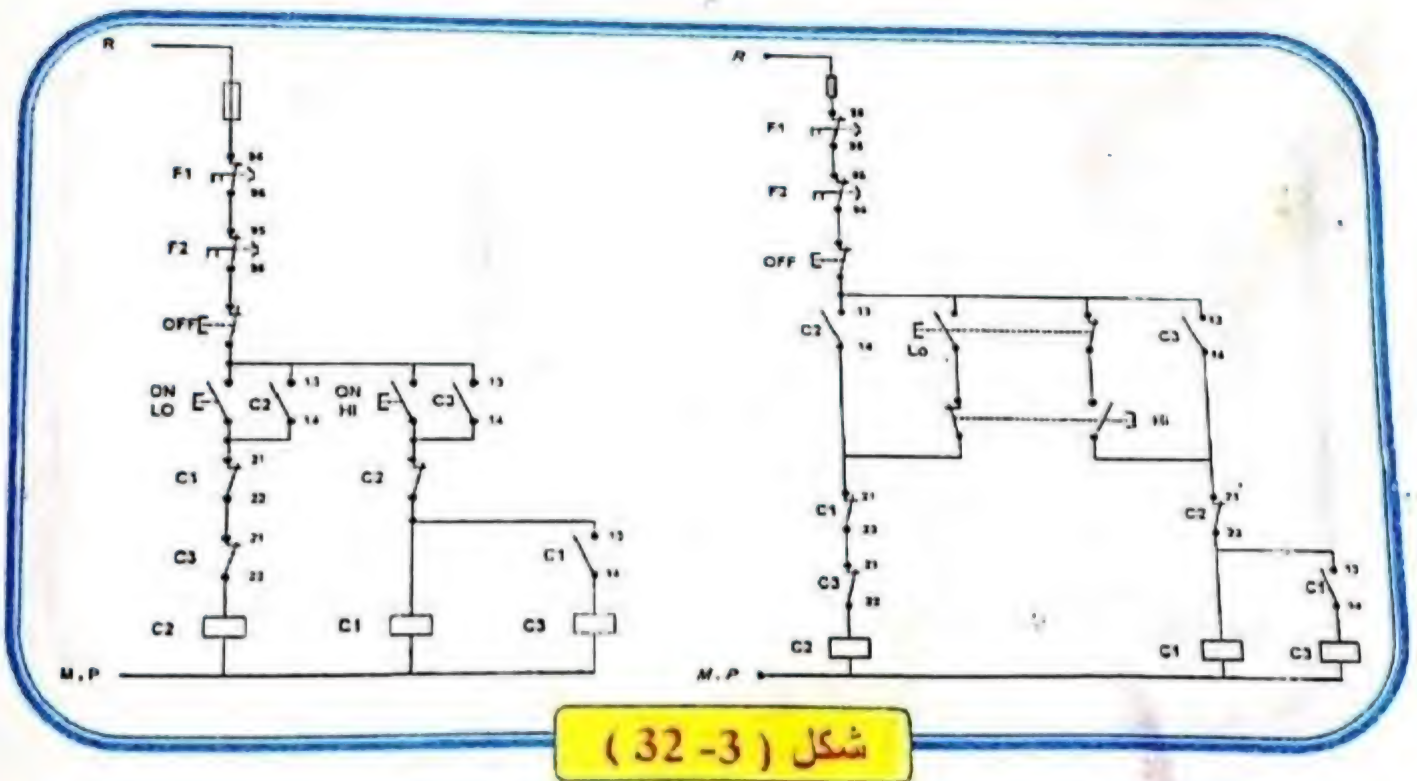
لوائح التحكم لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه قفص سنجاب نجمة / دلنا بالتيمر
شكل (30-3)



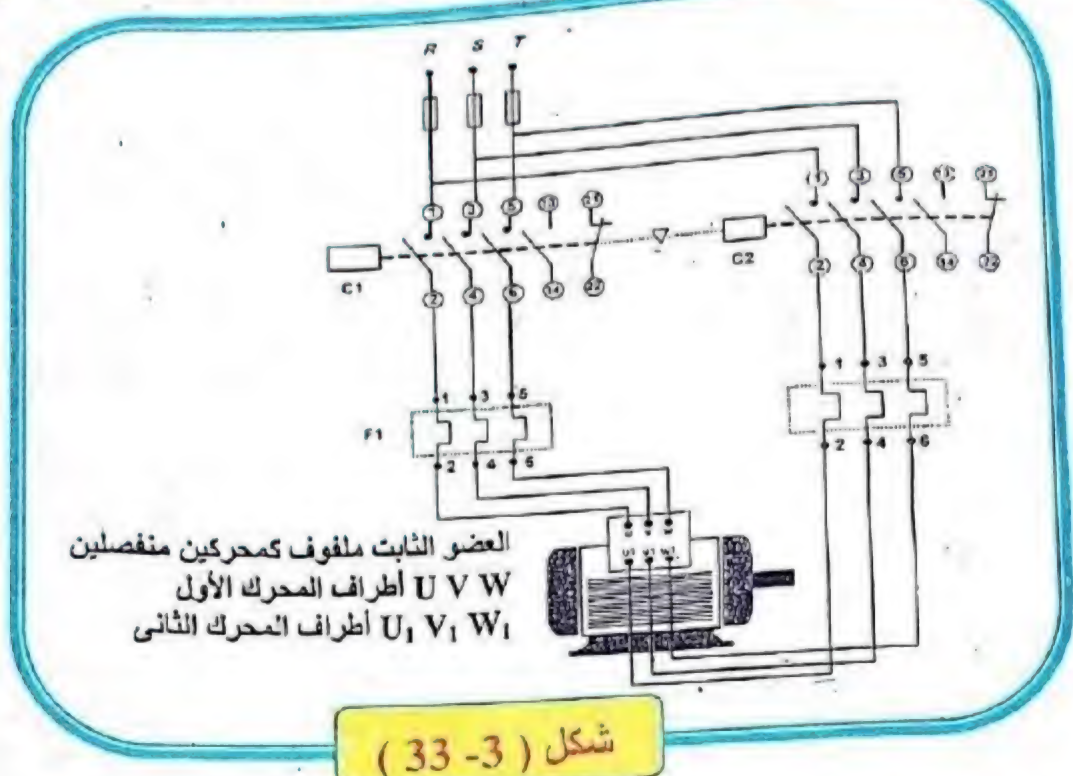
دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه يعمل سرعتين متناصفتين شكل (31-3)



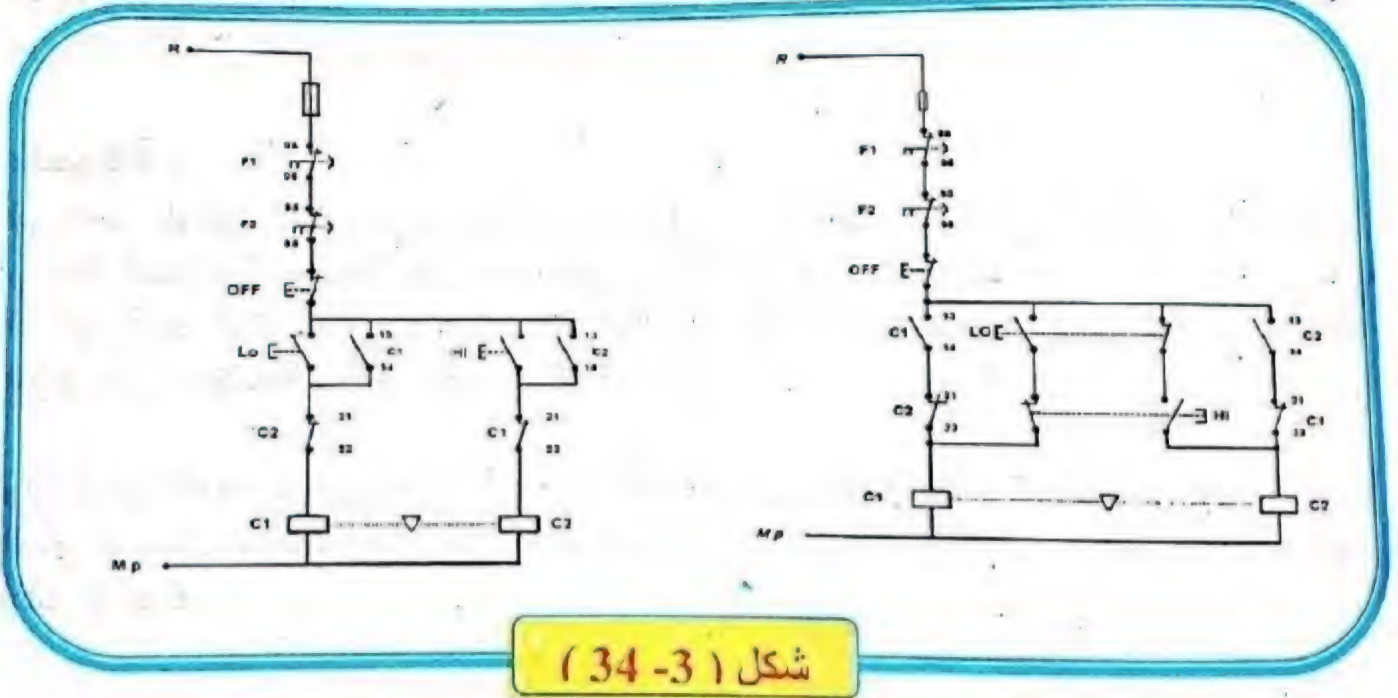
دوائر التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه يعمل سرعتين متناصفتين شكل (32-3)



دائرة القوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه يعمل سرعتين غير متناصفتين شكل (33-3)



دوائر التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه يعمل سرعتين غير متناصفتين شكل (34-3)



كيفية تحديد العطل بدائرة تحكم واصلاحه

لا يمكن بأى حال حصر الاعطال التى تحدث بدوائر التحكم وتكتب فى جدول اذا حدث هذا يكون العطل كذا ويتم اصلاحه بطريقة كذا

كما هو الحال فى بعض مهن أخرى كإصلاح المحركات . فكل ماكينة لها برنامجها وعلى أساسه صممت دائرة تحكمها وكل دائرة مختلفة عن الأخرى من حيث مكوناتها وطريقة عملها . ولذلك عند اصلاح أى دائرة يجب أولاً فهم طبيعة تشغيلها . وتحدد الخط الذى به العطل .

وبقدر كفاءة القائم على اصلاح الماكينة بقدر سرعته فى تحديد العطل وإذا حدد العطل فبكل سهولة يتم اصلاحه لأنه كما قلنا أن هذه المهنة لا تحتاج كثيراً إلى خبرة يدوية بقدر ما تحتاجه من ذكاء وفهم لكيفية تشغيل الدائرة .

ولكن يوجد أسلوب يجب أن تبدأ به إصلاح الماكينة أولاً يجب معرفة عدد المحركات التى تعمل بهذه الدائرة وهل العطل بجميع المحركات أو محرك واحد أو أكثر لا يعمل . وبعد ذلك يتم تحديد اذا كان العطل فى دائرة القوى أو فى دائرة التحكم وذلك باختبار دائرة القوى عن طريق الضغط على كل كونتاكتور على حدى .

إذا كان يوجد محرك سرعتين أو نجمة/دلتا يجب تحديد أى البوينتين ستعمل معاً وتؤكد تماماً من ذلك فإذا دار المحرك فمعنى ذلك أن دائرة القوى لهذا المحرك ليس بها عطلاً

ملحوظة :

فى بعض الماكينات التى يوجد بها محركات قدرة عالية يفضل فصل الأطراف الواصلة إلى روزنة المحرك ثم يضغط على الكونتاكتور وتؤكد من وصول الثلاث فازات بالفولتميتر . لأنه إذا كان المحرك شدة تياره عالية أصلاً وهناك فاز ساقط أو أى خطأ سيزيد من هذه القيمة العالية فيؤثر على صلاحية النقاط الرئيسية للكونتاكتور .

وإذا لم يبدأ المحرك دورانه ولم يصدر منه صوتاً فمعنى ذلك انقطاع أكثر من فاز فيقاس مصدر التيار الواصل للماكينة ويتأكد من وجود الثلاث فازات وبعدها تأكد من سلامة فيوزات القوى لذلك المحرك .

وإذا لم يبدأ المحرك دورانه وصدر منه صوتاً فمعنى ذلك أنه يصل للمحرك فازتين والفاز الثالث مقطوع. وفي هذه الحالة تأكد من صلاحية الفيوزات والثلاث نقاط التلامس الرئيسية للكونتاكتور ومقاومات الأوفرلود ثم اطراف المحرك.

أما إذا كان العطل بدائرة التحكم فالأعطال التي تحدث بالترتيب :

- نقطة تلامس الأوفرلود مفتوحة
 - الترنس الخاص بدائرة التحكم محترق
 - بوبينة الكونتاكتور محترقة
 - نقاط تلامس مفتاح التشغيل أو الإيقاف غير جيدة التوصيل
- وإذا كان بالدائرة مفتاح نهاية شوط أو مفتاح ضغط أو غيرها تأكد من سلامة نقاط تلامسها.

الباب الرابع صيانة الأجهزة المنزلية (تدريبات عملية)

- 1- الأجهزة المنزلية (السخان - الدفائة - الخلاط الكهربى - مضرب الخفق - المراوح الكهربائية - الغسالة الكهربائية)
- 2- التدريب عن طريق المحاكاة على (طرق الصيانة والإصلاح للأجهزة المنزلية) السخان - الدفائة - الخلاط الكهربى - مضرب الخفق - المراوح الكهربائية - الغسالة الكهربائية)

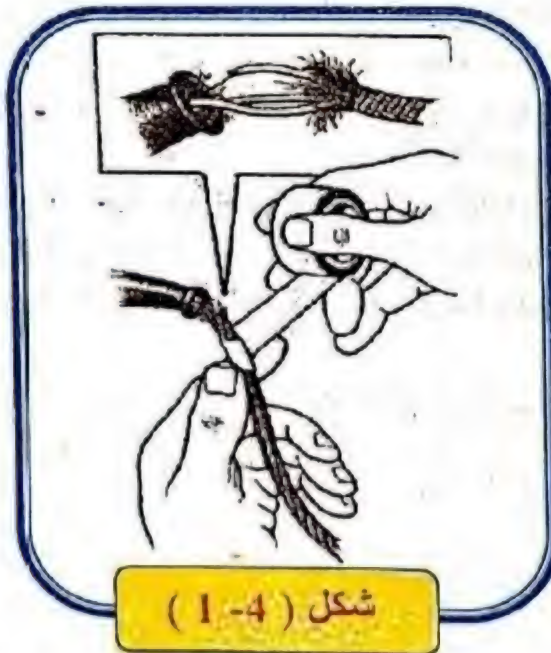
مقدمة : طرق صيانة وإصلاح الأجهزة الكهربائية المنزلية :

بعد التدريب فى ورشة لف الآلات الكهربائية فى الوحدة السابقة يجب على المتدرب أن يقوم بالتدريب على صيانة الأجهزة المنزلية التى تحتوى على المحركات الكهربائية وفحص الأعطال فى التوصيلات الكهربائية والأعطال البسيطة والهامة والمحاور والفرش ومجموعة المحرك وعلب السرعة وقد يحدث تآكل فى عمود الدوران نتيجة التحميل الخاطئ أو تراكم الأتربة .

فى البداية سنتعرف على كيفية صيانة وإصلاح الآلات الكهربائية وطرق اكتشاف الأخطاء مع ملاحظة توجيهات السلامة عند إجراء الفحص والاختبارات للأجهزة لبعض أنواع من هذه الأجهزة وعلى المدرس ربط الموضوع بما هو موجود بالبيئة المحيطة وتدريب ما يمكن تدبيره من الأجهزة للمشاهدة والمحاكاة أولاً ثم البدء فى شرح طرق الصيانة .

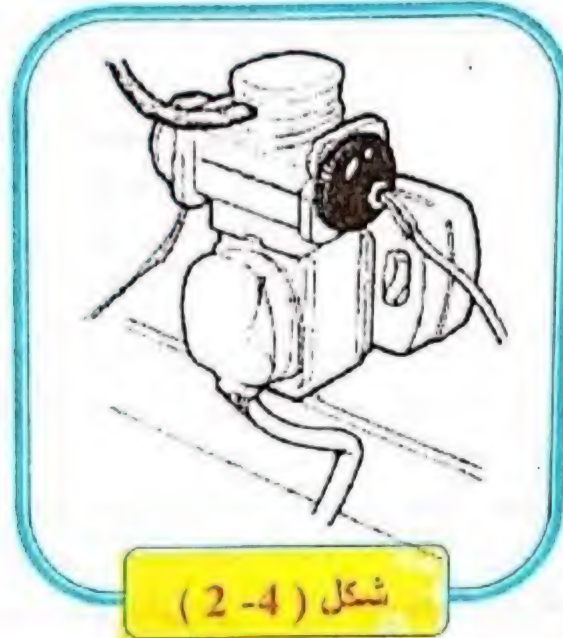
تعليمات عامة عند عمل الصيانة :

- 1- لا تحاول إجراء أى توصيلات كهربائية إذا كنت لا تدري ماذا تفعل أو لم تكن لديك الخبرة العملية .
- 2- افصل مفاتيح التوصيل من لوحة التوزيع إذا كانت الصيانة فى أجهزة ذات وصلات ثابتة
- 3- اسحب قابس أى جهاز كهربائى من البريزة قبل إجراء تصليحات فى الجهاز الكهربائى
- 4- عند إجراء الفحوص والاختبارات على التمديدات الكهربائية والتى تحتاج إلى وصل وفصل التيار الكهربائى ، يجب الانتباه إلى عدم لمس سلك الجهد أو الأجزاء المتصلة مع سلك الجهد
- 5- لا تحاول معالجة السلك البالى بوضع شريط لاصق عليه ، بل يجب تبديل الكابل عند تلفه شكل (1-4)



شكل (1 - 4)

6- لا توصل عدد كبير من الأجهزة الكهربائية إلى بريزة واحدة حتى لا يحدث تلف أو حريق شكل (2-4)



7- لا تحاول استخدام قاطع تيار أعلى من القيمة المطلوبة ، لأن ذلك قد يسبب أضرار كثيرة
8- لا تستخدم أى جهاز كهربائى إلا بعد أن تتأكد من تأريضه .

سخانات المياه الكهربائية :

من النادر أن تحدث متاعب في السخانات الكهربائية لكنها في الواقع تحتاج إلى بعض إجراءات الصيانة الدورية المنظمة التي تتلخص في القيام بتنظيف الجسم الخارجى للسخان وتفرغ الخزان للقضاء على الشوائب العالقة وقد يحتاج الأمر في حالة نادرة تغيير عنصر التسخين الكهربى الداخلى للسخان رغم أن عمره الافتراضى له يكون في حدود عشر سنوات .

التركيب البنائى لسخانات المياه :

1- تطبق في السخان أحدث نظم الحماية الداخلية للخزان وهى الحماية بطبقة ستون التي تتميز بالآتى:

- تطيل عمر الخزان نظرا للمقاومة العالية للتأثيرات الناتجة عن الأكسدة والتفاعلات الكهروكيميائية مما يضمن زيادة مقاومة الخزان للصدأ والتآكل .
- لها قوة تماسك والتصاق عالية بالسطح الداخلى للخزان وتحمل الضغوط وقوى التمدد والانكماش الناتجة عن تسخين وسحب الماء
- مقاومة التأثيرات الكيميائية داخل الخزان والناتجة عن الأملاح الموجودة بالماء
- مقاومة تأثير الدوامات والتيارات الحمل الناتجة عن تسخين الماء
- لا تؤثر على نقاء الماء ومذاقه

2- السخان مزود بترموستات يقوم بفصل وتوصيل التيار الكهربى للمسخن الحرارى طبقا لدرجة الحرارة المطلوبة وأقصى وضع لضبط الترموستات هو 75 درجة مئوية والترموستات مزود بوسيلة أمان اضافية وهى (القاطع الحرارى) الذى يعمل على فصل الدائرة الكهربائية تلقائيا في حالة عطل الترموستات وبلوغ درجة الحرارة داخل الخزان 99 درجة مئوية لأى سبب من الأسباب .

يتم إعادة القاطع الحرارى إلى وضع التشغيل الأسمى يدويا بواسطة الفنى المختص بعد تلافى سبب ارتفاع درجة الحرارة .

3- اقتصادى فى استهلاك الكهرباء نتيجة حقن الفراغ الواقع بين جسم الخزان والجسم الخارجى للسخان بطبقة البولى يوريثان (صديق البيئة والمطابق للمواصفات العالمية) بسمك 2 سم والذى يمنع تسرب الحرارة ويعمل على الاحتفاظ بدرجة حرارة الماء مدة طويلة .

4- السطح الخارجى للسخان معالج بمادة تقاوم تأثيرات البيئة الخارجية وتعطيه لونا ومظهرا جذابا .

مفتاح التحديد الحرارى :

هذا المفتاح يقوم بتحديد درجة الحرارة المطلوبة لمياه الخزان ويكون موجودا فى معظم السخانات ويكون مبينا عليه درجات الحرارة أو يكتب عليه دافئ Warm أو طبيعى Normal أو ساخن Hot أو بالحروف الأولى H أو N أو W على الترتيب وحجم الحرارة الطبيعية كما سبق الإشارة تتراوح ما بين 120 إلى 160 فرنهيت أو بتعبير آخر ما بين الطبيعى إلى الساخن . فإذا كان هذا المفتاح لا يتحكم فى درجة الحرارة فان واقع العطل ليس به ولكن فى الترموستات نفسها .

الترموستات :

الترموستات هو الضابط الأساسى لحرارة سخان المياه حيث تقوم بضبط حرارة ماء الخزان حيث تسمح بارتفاع درجة حرارته حتى تصل إلى الدرجة المضبوطة عليها مفتاح الضبط الحرارى وعندما تقوم الترموستات باطفاء الشعلة فى السخان الغازى أو قطع التيار فى السخان الكهربى فإذا لم يعطى المسخن حرارة أو لم يصل بالماء إلى درجة الحرارة الكافية فان الترموستات تكون تالفة .

تجهيز مكان تركيب السخان :

يجب اختيار المكان المناسب للتركيب على أن يكون :

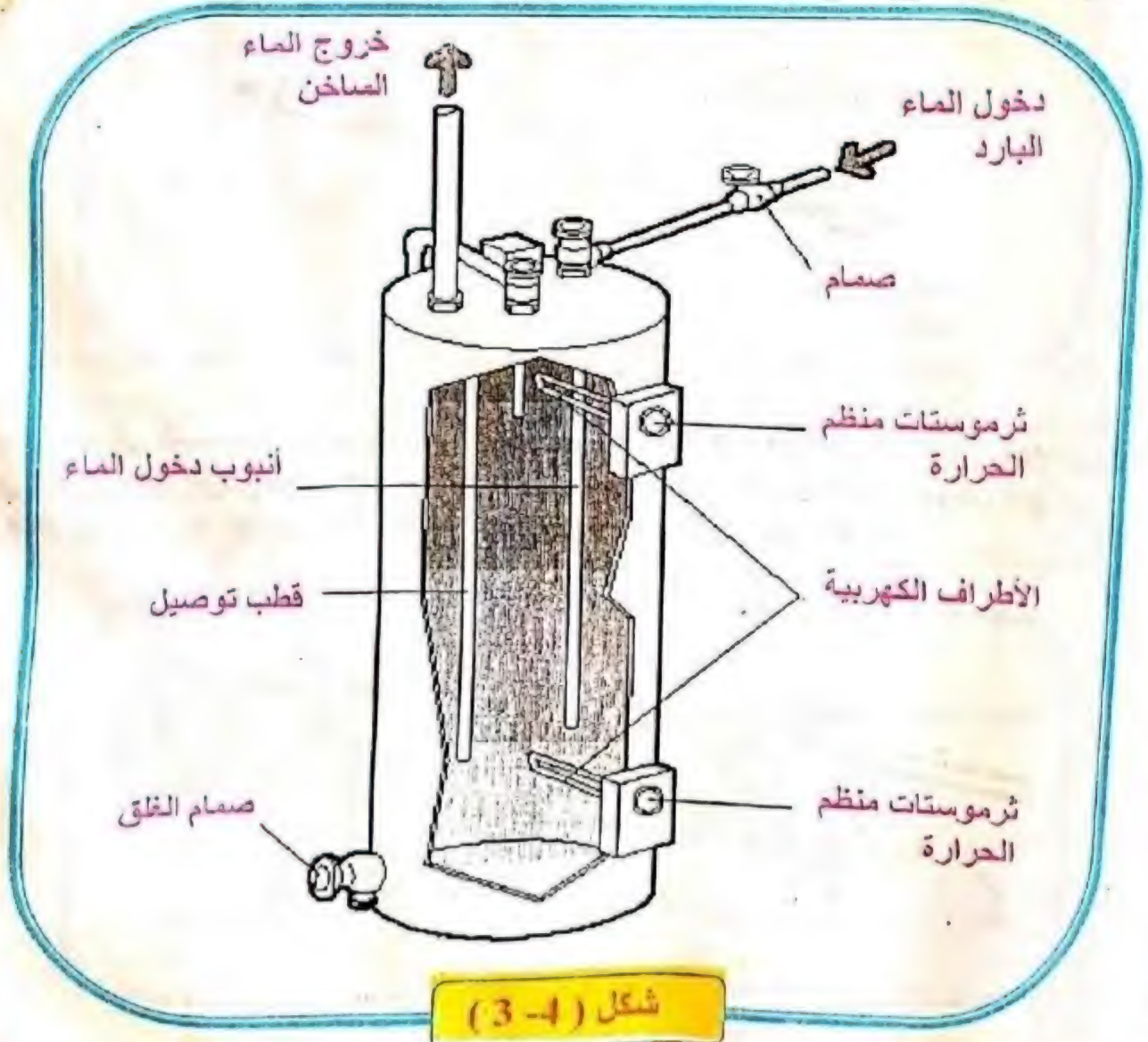
- 1- مجهز بمواسير الماء البارد والساخن
- 2- على ارتفاع (110 - 120 سم) من سطح الأرض .
- 3- ضرورة وجود مصدر توصيل كهربائى لا يبتعد عن مكان التركيب بأكثر من 5 متر واستخدام سلك توصيل بمساحة مقطع لا تقل عن 1.5 مم مربع وفى حالة استخدام مسخن 1200 وات لا تقل عن 2 مم مربع وفى حالة استخدام مسخن 2000 وات لا تقل عن 3 مم مربع .

تركيب السخان :

- 1- يتم تحديد ارتفاع مستوى التعليق بحيث يكون أفقيا تماما
- 2- يثبت عدد 2 خابور بلاستيك طول 12 سم بمسمار قطر 9 مم على خط مستوى التعليق والالتزام بالمسافة بينهما ثم يتم التعليق بعد التأكد من قوة الخوابير بالحائط
- 3- يجب تركيب محبس على ماسورة دخول الماء البارد للسخان
- 4- السخان مزود بصمام الأمان وعدم الرجوع والذي يركب على ماسورة الماء البارد المميزة بالحلقة الزرقاء والذي يعمل على :
أ- عدم رجوع الماء من داخل الخزان
ب- تنفيس الضغط الزائد داخل الخزان عند زيادته عن 8 ضغط جوى

تدريبات عملية

- 5- يتم تركيب ماسورتى التوصيل المرنة للماء البارد والساخن مقاس 500/300 مم بين كل من مواسير السخان ومواسير المياه العمومية مع مراعاة الشروط ومواصفات التركيب الصحيحة لمنع تسرب الماء .
 - 6- يتم توصيل مصدر الكهرباء لأقرب مكان للسخان مع مراعاة تركيب مفتاح Overload قيمته 16 أمبير وتركيب فيشة بسلك السخان
 - 7- بفتح صنبور الماء الساخن ثم محبس دخول الماء البارد للسخان حتى يتم ملئه بالماء والتأكد من خروجه من صنبور الماء الساخن
 - 8- يتم توصيل السخان بالمصدر الكهربائى (فيشة أو مفتاح) مع مراعاة أن يكون المفتاح المركب بالجهاز فى وضع التشغيل وإضاءة لمبة البيان
- وشكل (3-4) يوضح قطاع فى سخان مياه كهربائى

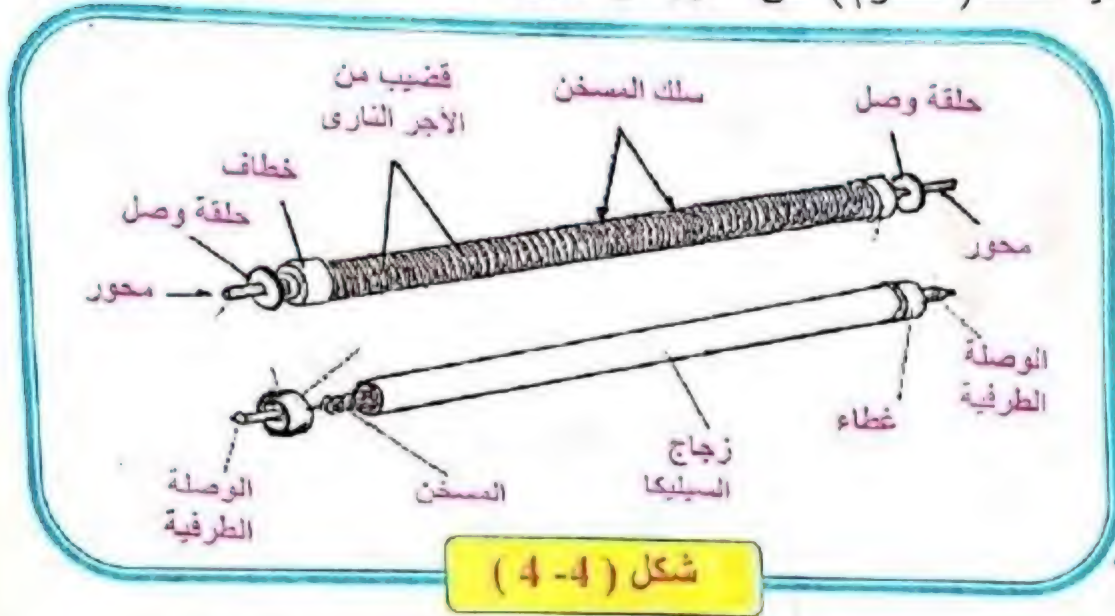


شكل (3-4)

الدفاية الكهربائية :

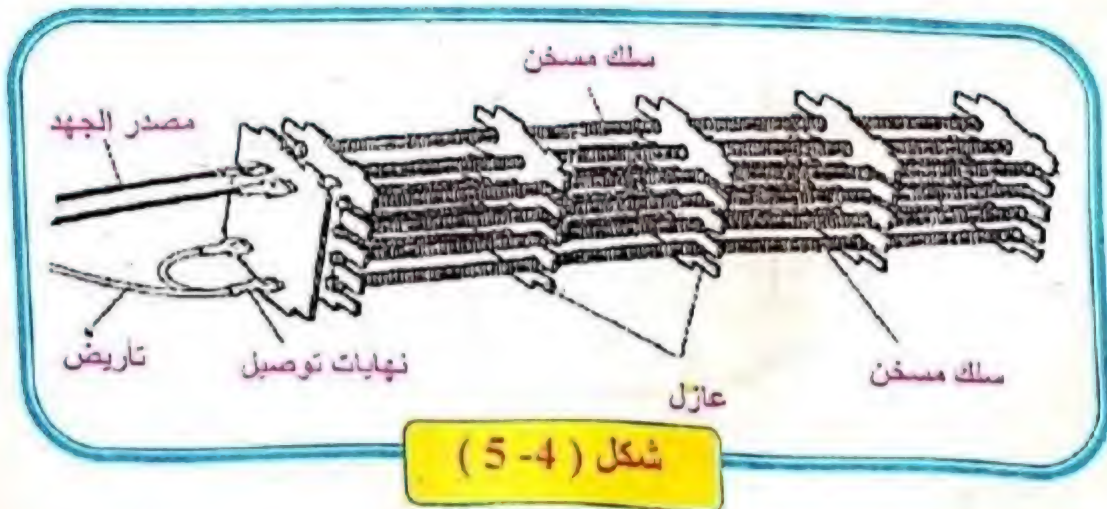
هناك نوعان رئيسان من المدافئ :
الأول يسمى النوع الإشعاعي (المشع) : وهو يعطي حرارة منعكسة من السلك الحرارى .
ولهذا النوع عدة أشكال حسب نوع عنصر التسخين

أ- يلف فيه السلك (المقاوم) على قضيب من الآجر النارى شكل (4-4)



شكل (4-4)

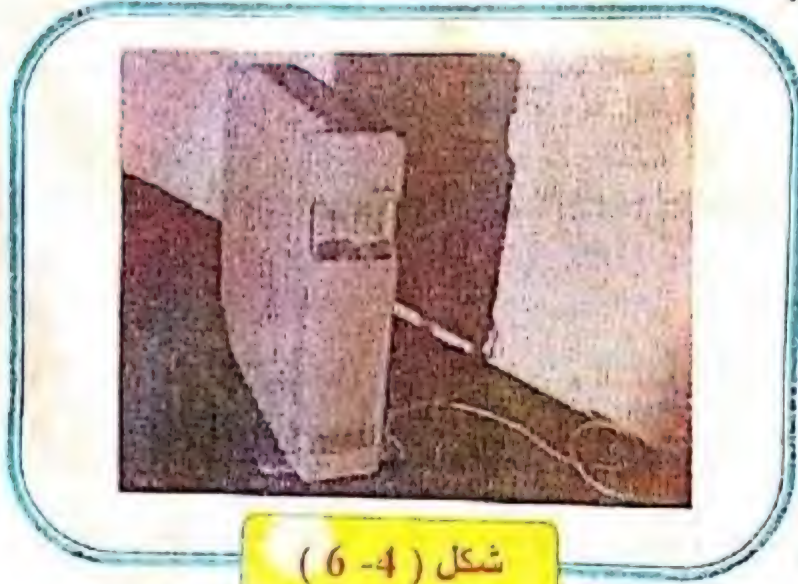
ب- أسطوانى المسمى (أنبوب زجاج السيليكا) شكل (4-5) ، والذي هو أغلى ويعطى كما من الجرازة فى فترة زمنية أقصر وكذلك تغييره أسهل ولكنه يمكن أن يتعطل بشكل أسرع .
وهناك مدافئ يوجد بها مروحة لإحداث توزيع أفضل للحرارة ضمن الغرفة .



شكل (4-5)

أما النوع الثانى يسمى النوع النقلى (الزيتى) : وفيه يتم إعطاء الحرارة المتنقلة عبر حاجز حرارى ناقل ولا نرى العنصر الحرارى مباشر وهى تستعمل لتأمين حرارة ثابتة للغرفة
شكل (4-6)

يفضل دوما شزاء النماذج ذات الترموستات الداخلى الذى ينظم الحرارة ويحمى المدفأة من خطر زيادة الحمل .



شكل (4-6)

كيفية صيانة وإصلاح المدافئ :

التنظيف يجب أن يكون على البارد لكن دون صقل وحك الأنبوب وأن لا يمسكه بيده حتى لا تنطبع البصمات عليه لاحقا أثناء التشغيل (مع الحرارة) ثم لا يمكن إزالتها بعد ذلك وعادة يستعمل الشحم لمسح البصمات عن الأنبوب .

وشكل (4-7) يوضح طريقة فك الغطاء الخارجى وإخراج غطاء مفتاح تحديد درجة الحرارة (الترموستات)



شكل (4-7)

الخلاط الكهربى :

يعتبر الخلاط متعدد الأغراض من أجهزة المطبخ الحيوية حيث أن له امكانيات هائلة متنوعة فى تقطيع أو طحن أو عصر الفواكة والمواد الغذائية .
وهو فى الغالب عبارة عن غلاف زجاجى أو من البلاستيك يمثل وعاء الخلط أو حاوية التعامل مع الأطعمة يركب على قاعدة تحميل تحوى فى داخلها موتور الحركة الذى تنقل حركته ميكانيكياً بواسطة أكس معدنى يرتبط ببوش من المطاط يتصل بالسكينة الداخلية الموجودة فى وعاء الخلط .

تحذير: قبل التعامل مع الخلاط الكهربائى بالإصلاح أو التنظيف يجب فصله تماماً عن منبع التيار الكهربى .

إجراءات الصيانة والتنظيف :

- يجب تنظيف الخلاط بعد كل استعمال وذلك بفك الجزء القاطع (السلاح) من الوعاء
- يتم نظافة الوعاء وأجزائه بماء دافئ وصابون ولا يستخدم الماء المغلى أو غسالة الأطباق
- لا تضع المحرك فى الماء وعند وضعه بصورة خاطئة لا تستخدمه حتى تتأكد من جفافه تماماً
- لا تستخدم الوعاء (الإناء) فى حفظ الطعام والمشروبات
- لا يستخدم بوردرة تنظيف أو سنفرة معدنية تجنباً لحدوث خدوش
- برفق فك الأجزاء ونظف الجزء المطاطى ثم جففها بعد النظافة
- لا تملأ الوعاء كاملاً بل أترك مكاناً حتى يستطيع المحرك تقليب الطعام
- فى حالة الطعام الصلب أو المتماسك كرر التشغيل عدة مرات أو أضف قليلاً من الماء لتسهيل العمل .
- لا تستخدم الجهاز وهو فارغ وكذلك بدون تركيب الإناء حتى لا تتلف رولمان البلى .
- ضع المحرك فى المكان المناسب المعد له قبل التشغيل .
- عند تغيير القاطع المعدنى (السكينة) لابد أن يكون من نفس النوع وكذلك عند تلف الوعاء استبدله بنفس النوع .

صيانة الموتور :

عندما تلاحظ وجود شرارات أسفل الخلاط عند تشغيل الموتور أو تباطؤ أو اختلال فى السرعة تلقائياً مع ظهور رائحة حريق . وفى هذه الحالة يكون السبب حدوث استهلاك فى الفرش الكربونية الخاصة بالموتور فيتم رفعها واستبدالها بأخرى جديدة مع تنظيف حوامل التثبيت والموتور من المخلفات الكربونية السابقة . وعمل تنظيف ثم مسح

بالصنفرة الناعمة لنقط تلامس الفرش على عضو الاستنتاج لضمان جودة الانطباق ثم تقفيل الموتور واعادته لمكانه وإذا لاحظت توقف الموتور ووجود آثار الحريق في ملفاته سواء في ملفات تشكيل المجال (المخدات) أو العضو الدوار (البوبينة) فإنه يلزم تغييره بأخر جديد أو إعادة لفه .

مفتاح التشغيل :

يتم التحكم في تشغيل وسرعة موتور الخلاط بواسطة مفتاح ذو عدة أوضاع تشغيل أو وقفات موجودة في قاعدة الخلاط . ولكن قد تكون هناك شكوى من أنه لا بد من الضغط عدة مرات حتى يتم التشغيل ، لذا ينصح بفك المفاتيح ثم معالجتها برش أسبراي لتنظيف نقط التلامس وإذا كان الخلاط لا يعمل وهناك شك في عدم وصول التيار الكهربى إليه يمكنك الكشف على صلاحية المفتاح بواسطة جهاز الآفوميتر على وضع الأوم بعد رفع الأسلاك الموصلة إليه وبحيث أن يكون الخلاط مفصلاً تماماً عن المصدر الكهربى . ثم قم بعد ذلك بوضع طرفى الآفوميتر على طرفى توصيل المفتاح ثم اضغط عليه ليسجل الآفوميتر قراءة لصفر تدريج الأوم إذا كان المفتاح سليماً وإذا لم يسجل قراءة كان المفتاح تالفاً ، وهنا يجب تغييره مع الوضع فى الاعتبار أن يكون مطابق تماماً ويعاد تثبيته فى الخلاط ليعمل الخلاط بصورة طبيعية . وشكل (4-8) يوضح الدائرة الكهربائية للخلاط



احتياطات يجب مراعاتها عند استعمال الخلاط :

- 1- عدم رفع أو فك غطاء الخلاط فى أثناء التشغيل
- 2- عدم رفع أو فك وعاء الخلاط فى أثناء التشغيل
- 3- عدم تشغيل الخلاط بدون طعام فى الوعاء
- 4- عند توقف الجهاز فجأة يجب فصل التيار عن الجهاز
- 5- عدم إطالة وقت التشغيل للخلاط عن دقيقة واحدة بل يجب التوقف ثم إعادة التشغيل وهكذا
- 6- بعض الأجهزة مجهزة بساعة توقيت للعمل كما أن هناك نوع من العجانات أو مفارم اللحم مصممة للعمل لفترات طويلة دون أن يتأثر الجهاز .

مضارب البيض :

يعتمد مضرب البيض فى عمله على محرك من نوع التوالى العام المضارب توضع داخل محورين مركب على كلا منهما ترس. الموتور مركب عليه ترس حلزوني يتعامل مع ترس المضارب ليتم إدارتها بعض المضارب لها مروحية تبريد خلفية والمضارب ذات القدرة العالية تستخدم محركات ذات قدرة عالية. بعض الأنواع لها أكثر من سرعة أو عن طريق مقاومات ليتم التحكم فى سرعة المحرك .

مفتاح التشغيل :

مفتاح التشغيل فى الأجهزة المنزلية نظراً لاستخدامه بصفة مستمرة يعتبر من القطع التى تسبب مشاكل التشغيل المتقطع أو توقف التشغيل أو التشغيل المستمر نتيجة اختلال عملية توصيل ريش التلامس به أو حدوث كربنة بها بواسطة تأثيرات الفتح وسريان التيار الكهربائى . والحل العملى لذلك هو أن تبدأ كل محاولات الإصلاح بالتنظيف للمفتاح بواسطة أسبراي تنظيف يرش داخل المفتاح متوفر لدى محال بيع قطع غيار الراديو والتليفزيون وإذا استعصى تشغيل المفتاح يعاد تغييره بأخر جديد مطابق للمستخدم بالآلة .

مروحة التبريد :

الغرض من مروحة التبريد هو سحب الحرارة المتولده عند نقط إلتقاء الفرش الكربونية للموتور وتثبت دائماً مقابلة لفتحة تهوية كما هو موضح بالرسم ومن النواحي المألوفة أن تنزلق المروحة من مكانها ويحدث احتكاك بين زعانفها وجسم الآلة فتحدث ضوضاء عند التشغيل وفى هذه الحالة يمكن إعادة ربطها بإحكام بواسطة مسمار تثبيتها وإذا كان الانحناء بها عسير الاستبدال وهو سبب ضوضاء التشغيل يتم استبدالها بأخرى جديدة .

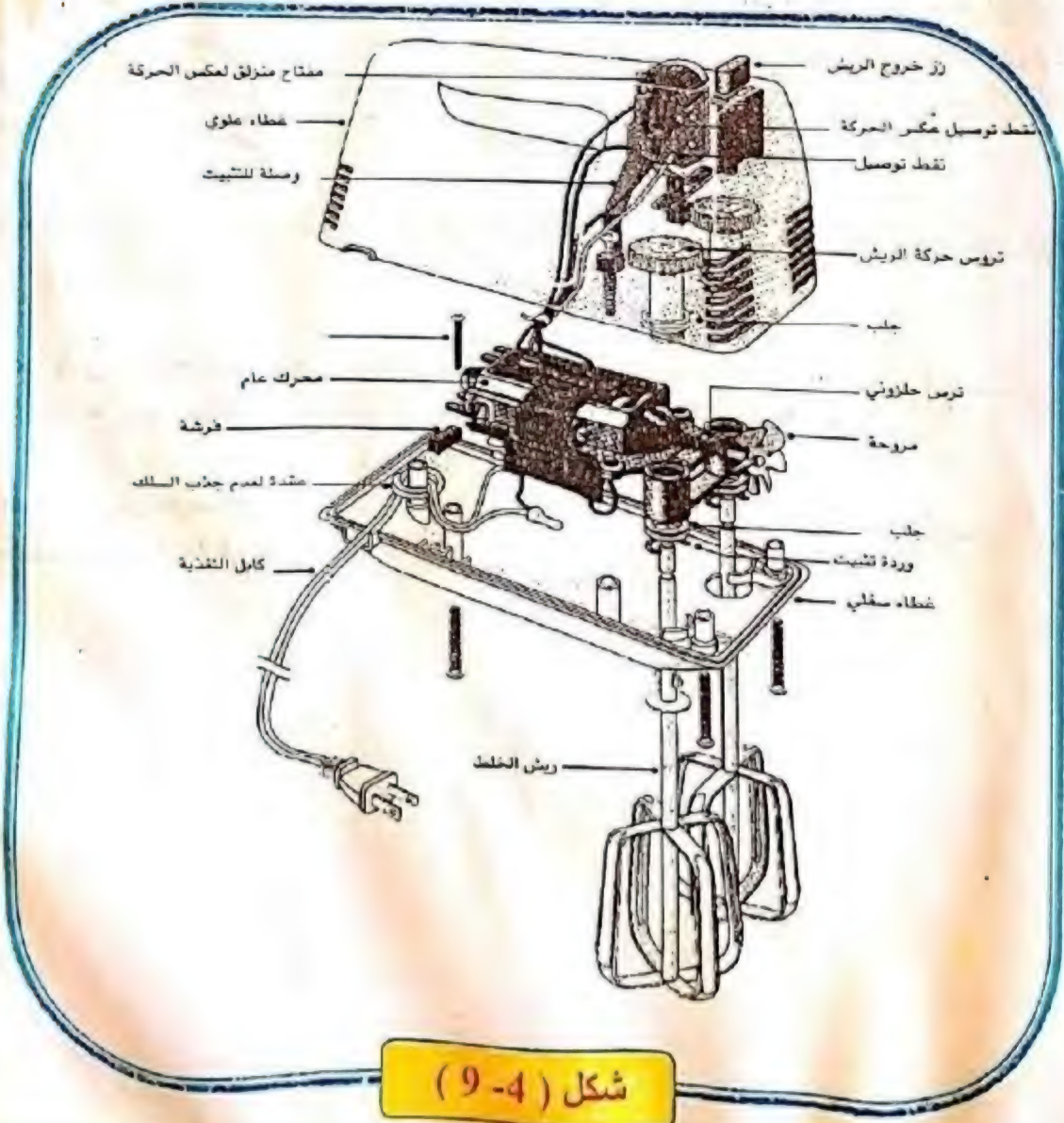
الموتور :

يمكن تطبيق ما سبق ايضاحه فى الأبواب السابقة خاصاً بصيانة الموتورات وكذا ما سبق بيانه فى الجزء الأول من الكتاب . وذلك باعتباره من النوع الشائع الاستخدام (التوالى العام)

التروس :

سبق الإشارة إلى أن التروس مثبتة مباشرة فوق كل مضرب ومحفوظة فى مكانها بواسطة لوح حافظ . وللوصول إليها يلزم رفع هذه الحفاظة المعدنية لفحصها والتعرف

على أية تلفيات باستهلاك أو كسر أسنان الترس . حيث أن الترس الذى به كسر فى أحد الأسنان يسبب تشغيل به ضوضاء أو قد تؤدي إلى توقف القلاب المرتبط بها .
وإذا استلزم الأمر عملية التغيير فيجب تغيير الترسين معاً وليس الترس الواحد الذى به العيب وذلك محافظة على حلزون محرك الموتور . ولكي يمكنك رفع التروس لغيرها يتم رفع الحاجز المعدنى ثم تستخدم بنسبة ذات فك طويل لرفع تيلة التثبيت ثم سحب الترس وعند احضار الجديد يجب القيام قبل التركيب بعملية تنظيف شاملة لإزالة أية مخلفات معدنية تكون قد علفت بالشحم القديم نتيجة تآكل التروس عند تقادمها وبعد التركيب فى نفس المكان بإحكام حرك الموتور من ناحية المروحة بواسطة اليد وتأكد من كفاءة حركة النظام الميكانيكى أولاً لأنك لو ركبته التجهيز خطأ ثم شغلت بالتيار الكهربى ستتكرر التروس وكذا الحلزونة .
وشكل (9-4) يوضح نموذج جهاز مضرب بيض .



شكل (9-4)

المراوح الكهربائية :

توجد أنواع مختلفة من المراوح منها :

- 1- مروحة المكتب
- 2- المروحة العمودية
- 3- مراوح السقف

وتتركب المروحة من محرك كهربى من النوع ذى المكثف يعمل هذا النوع بالتيار المتردد ويثبت على عمود الدوران لهذا المحرك غلاف شبك واقى (شبكة الحماية الأمامية) لمنع الاقتراب من ريش المروحة لعدم وقوع الحوادث (مروحة المكتب) وعند تشغيل المروحة تعمل ريش المروحة على تحريك الهواء داخل الغرفة وتتحرك المروحة بواسطة مجموعة من التروس حركة ترددية فى اتجاه اليمين وفى اتجاه اليسار وتثبت هذه التروس مع ذراع فى نهاية عمود الدوران للمحرك ويعمل هذا الذراع على الحد من حركة المروحة أقصى اليمين واليسار وفى جميع أنواع المراوح توجد مفاتيح للتحكم فى سرعتها ويركب فى بعض أنواع المراوح مؤقت زمنى للتحكم فى تشغيل المروحة زمنا محددا .

والمؤقت الزمنى الخاص بالمراوح يتكون من مجموعة من التروس البلاستيكية وزنبرك (ياى) إرجاع ونقطتى توصيل .

وفيما يلى نموذج توضيحي للعضو الثابت والعضو الدوار لمحرك مروحة سقف ونموذج لمكونات مروحة مكتب همودية شكل (10-4) ، شكل (11-4) ، شكل (12-4)

وعلى المدرس توضيح للطالب أن محركات هذه المراوح هى محركات وجه واحد من النوع ذو المكثف وتم دراسته فى الباب الثانى .



- 1- حلية شبكة الحماية الأمامية
- 2- شبكة الحماية الأمامية
- 3- القفل الدوار
- 4- ريش المروحة
- 5- قفل شبكة الحماية الخلفية
- 6- شبكة الحماية الخلفية
- 7- الموتور
- 8- صندوق مفاتيح التحكم
- 9- عمود زيادة الطول
- 10- عمود المروحة المجوف
- 11- حامل المروحة (الصاري)
- 12- القاعدة البلاستيك
- 13- لوحة التحكم
- 14- مفتاح الدوران يمينا / يسارا
- 15- المؤقت

شكل (4 - 10)



اعطال مراوح المكتب وأصلاحها

الاعطال	سبب العطل	طرق الاصلاح
المروحة لا تدور	- عدم وصول التيار - قطع أحد أسلاك الكابل المرن للمروحة - الفيشة غير متصلة بمصدر القدرة الكهربائية - فتح بنقاط المؤقت الزمني	- أعد توصيل قاطع الدائرة بلوحة توزيع المنزل إذا كان مفصلاً - افحص الكابل بجهاز الأفوميتر وقم بتغييره إذا كان مقطوعاً - يتم توصيل الفيشة بمصدر القدرة بشكل جيد - افحص نقاط المؤقت الزمني بجهاز الأفوميتر
المروحة تصدر صوتاً أثناء الدوران	- تلف باي (زنبرك) الارجاع أو مجموعة التروس - قطع أحد أسلاك مفتاح تغيير الجهد أو وصلة تغيير الجهد من 110 فولت إلى 220 فولت - تلف نقاط مفاتيح السرعات أو قطع في توصيلاتها	- إذا ادبرت مقبض المؤقت ولم تسمع صوت حركة مجموعة التروس يدل هذا على تلف المؤقت عندها يتم تغييره - افحص المفتاح أو الوصلة للبحث عن أسلاك مقطوعة وقم بتوصيلها - افحص مفاتيح السرعات بجهاز الأفوميتر وقم بصنفرة نقاط التوصيل الرديئة
المروحة تصدر صوتاً ولا تدور	- تآكل كراسي المحاور	- استبدل كراسي المحاور
المروحة تصدر صوتاً أثناء الدوران	- زرجنة كراسي المحاور	- قم بتزييت كراسي المحاور لمحرك المروحة من خلال فتحات التزييت
المروحة تصدر صوتاً أثناء الدوران	- احتكاك ريش المروحة مع الشبك المعدني	- اعدل وضع ريش المروحة لمنع احتكاكها بالشبك المعدني
المروحة تدور ولكنها لا تتحرك يميناً أو يساراً	- تآكل مجموعة تروس الحركة الجانبية - عدم تحرر سقاطة تحريك مجموعة التروس	- فك الغطاء الخلفي لمحرك المروحة وقم بتغيير التروس التالفة - قم بالضغط على الذراع البلاستيكي الموجود على الغطاء الخلفي لمحرك المروحة

الغسالات الكهربائية :

الغسالات المنزلية على ثلاثة أنواع وهى تختلف بعض الشيء عن الغسالات التى فى الفنادق والمصانع :

النوع الأول : أحادى الحوض

النوع الثانى : ثنائى الحوض

النوع الثالث : الآلى (الأتوماتيكي)

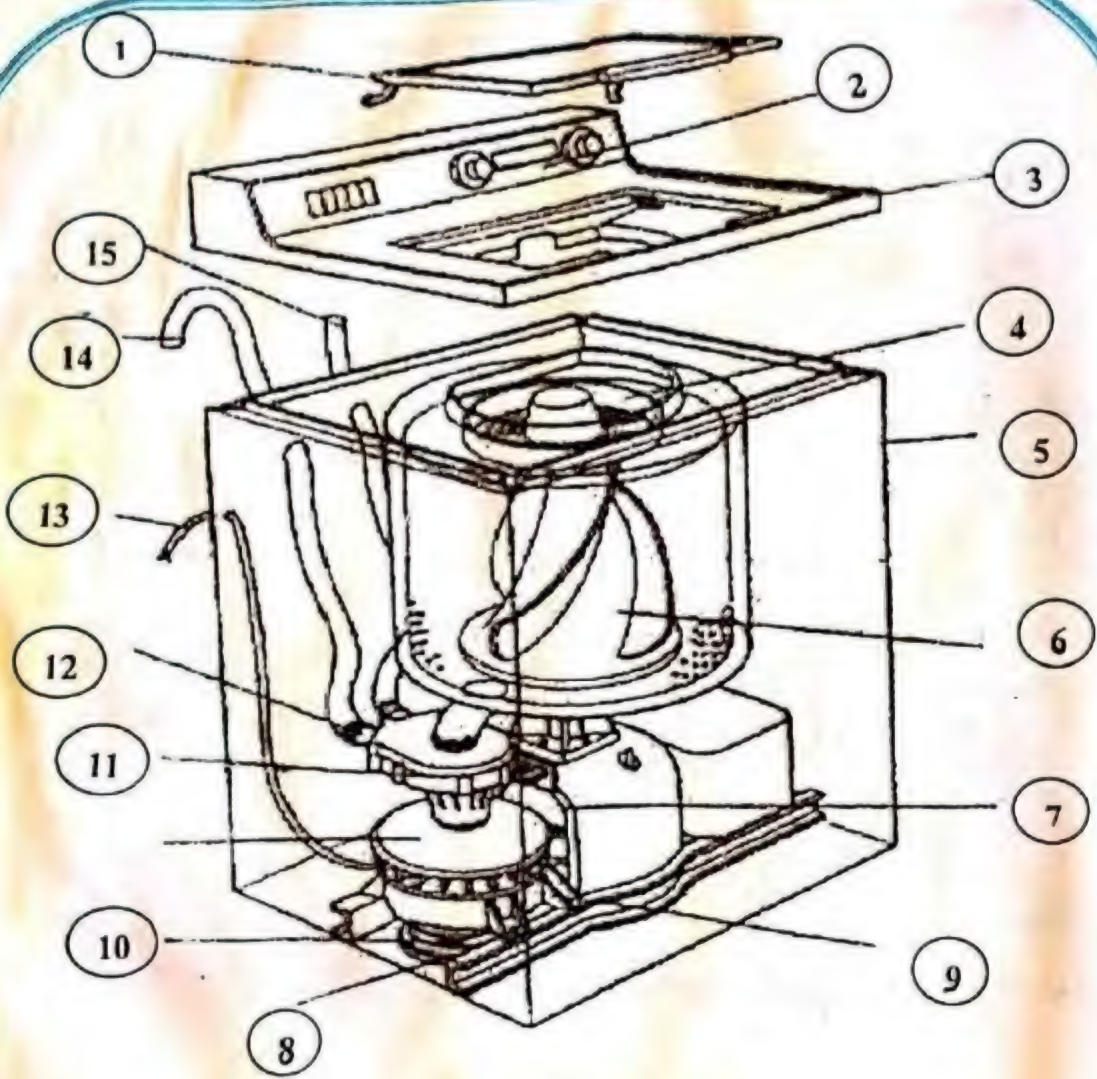
عادة كل أنواع الغسالات الحديثة تدور باتجاهين على التتالى أولا باتجاه دوران لفترة قصيرة ثم تقف وتعيد الكرة لنفس الفترة فى الاتجاه الآخر ثم تقف . شكل (4-13)



تحذير :

- 1- ينبغي قبل البدء فى أى عملية صيانة للغسالة أن تطفأ الآلة
- 2- يفصل كابنها عن مأخذ الكهرباء
- 3- لاحظ أن بعض أعمال الصيانة يمكن القيام بها دون استعمال أية أدوات خاصة وبعضها يحتاج لأدوات خاصة لذا تأكد قبل البدء بأن الأدوات الخاصة متوفرة لديك .

1- الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة العلوية) شكل (4-14)

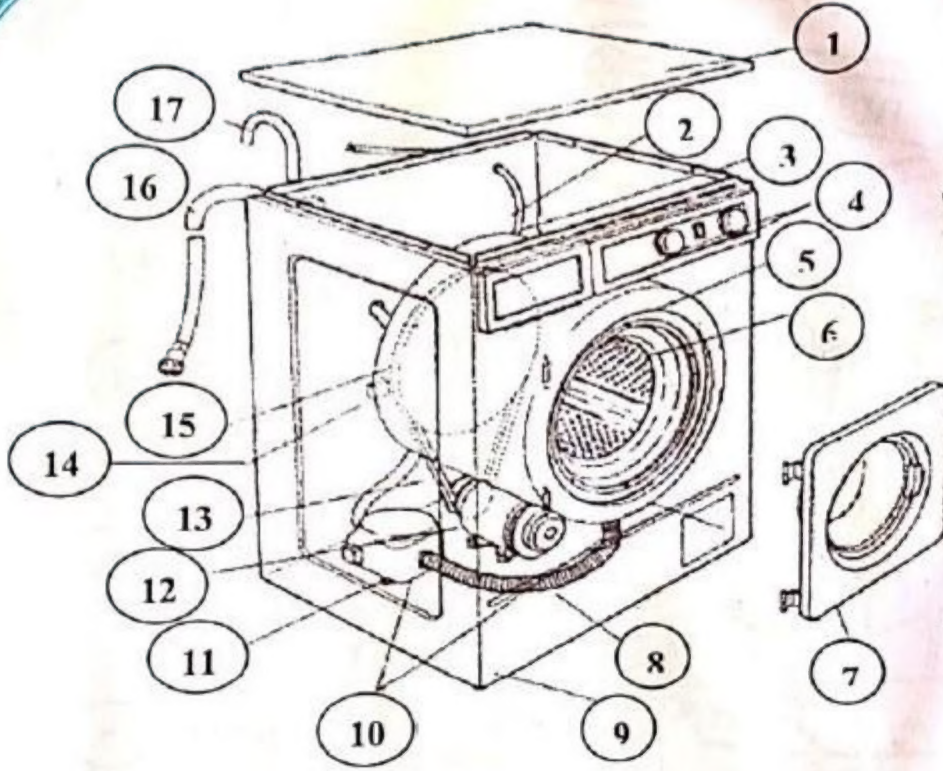


- | | | |
|------------------|---------------------------|-------------------|
| 1- الغطاء | 2- مفاتيح التشغيل والتحكم | 3- الغطاء العلوي |
| 4- المرشح | 5- جسم الغسالة | 6- الفرش الكبيرة |
| 7- علبه السرعة | 8- الكلتش | 9- المحرك |
| 10- المروحة | 11- المضخة | 12- حباسه الخرطوم |
| 13- كابل التغذية | 14- خرطوم التفريغ | |
| 15- خرطوم الماء | | |

أجزاء الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة العلوية)

شكل (4 - 14)

2- الغسالة ذات التعبئة من الأسفل بشكل (4-15)



- 1- الغطاء الأعلى
- 2- كابل التغذية
- 3- الغطاء الخلفي
- 4- مفاتيح التشغيل والتحكم
- 5- الطنبور الدوار
- 6- حلقات مانعة للتسرب
- 7- الباب الأمامي
- 8- خرطوم داخلي
- 9- جسم الغسالة
- 10- مثبتات الخرطوم
- 11- المضخة
- 12- المحرك
- 13- السيور
- 14- أطراف السخان
- 15- البكرة
- 16- خرطوم الماء
- 17- خرطوم التفريغ

أجزاء الغسالة الأتوماتيكية (التعبئة الأمامية)

شكل (4- 15)

- إذا انقطع السيور فجأة في الغسالة ذات التعبئة الأمامية فإن جميع الأعمال ستستمر والمحرك يدور ولكن الحوض فقط لا يدور
- فك الغطاء الخلفي
 - قم بتحريك المحرك والبكرة قبل تغيير السيور
 - إذا لاحظت أن ذلك صعباً ويسبب صوتاً وضجة (طقطقة) فإن كراسي المحاور ستكون حتماً تالفة وهنا يجب تغييرها
 - ثم استبدل السيور حسب الرقم المكتوب على القديم أو في دليل الصيانة للغسالة .

حلقة منع التسرب المطاطية :

بعد فترة من استعمال الغسالة تبدأ حلقة منع التسرب بالتشقق وتسبب تسرب الماء ومن السهل تبديلها

- ابدأ برفع غطاء الغسالة وفك الحلقة من على الباب وادفع الطنبور إلى الخلف
- ثبت الطنبور بعيداً عن الباب بواسطة قطعة من الخشب
- وعند وصولك إلى اللاقطة قم بفك البرغي والعزقة
- اسحب الحلقة المطاطية وبدلها بجديدة مطابقة لها
- ركب كل شئ بعكس الطريقة التي بدأت بها حتى تغلق الغطاء

مضخة المياه :

عادة يكون لهذه المضخة محرك مستقل عن محرك الغسالة ويجب فحصها من حين لآخر ، للبحث عن أى تسرب أو تحلل فى المثبتات أو جفاف فى المحاور وكراسى المحاور:

- قم بتنظيف ما حول الفرش
- ثم أفرغ الماء ، وأرفع الخراطيم من مكانها
- فك الأسلاك وأعرف مكانها ليسهل إعادتها بشكل صحيح
- الآن فك المضخة (قد يكون اتجاه فكها معاكساً للحالات العادية)
- افحص الفرش واستبدلها اذا كانت لا تصل للعضو الدائر بجديدة مطابقة لها
- بعد ذلك افحص كراسى المحاور
- ارجع كل شئ إلى مكانه

الخراطيم :

فى العادة تتلف الخراطيم من وقت لآخر فيجب فحصها دوماً وتبديلها وإلا امتلأ المكان بالماء .

المراجع العلمية

المراجع العربية :

- 1- هندسة الآلات الكهربائية : أ.د محمد أحمد قمر – منشأة دار المعارف
- 2- الهندسة الكهربائية (مترجم) : د. محمود محمد أبوزيد – المجلس الأعلى للعلوم
- 3- إصلاح الآلات الكهربائية : د. عطا بيكوف – الناشر دار مير

المراجع الأجنبية :

- 4- Power Stations and Substation : "L.Baptidanov and Tarasov"
– Peace Publishers – Moscow
- 5- Principles of Electrical Engineering : "Vincent Del Toro"
- 6- Alternating Current Machines : by A.F Puchstein T.C
Lioyed A.G Canared
- 7- A Text Book of Electrical Technology Vol 11(AC) And Vpl
1(DC) by R.C HANDA
- 8- Electrical Machines Vol 1 Fundamentals of Electrical
Engineering by M.Kuznetsov



Infinix
NOTE 4